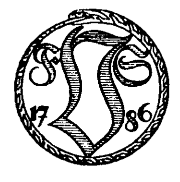
Bioklimatische Beiblätter

der Meteorologischen Zeitschrift

Im Auftrage der
Deutschen Meteorologischen Gesellschaft und der Österreichischen Gesellschaft für Meteorologie
herausgegeben von
Franz Linke, Frankfurt a. M. und Wilhelm Schmidt, Wien

3. Jahrgang 1936 – Heft 1



FRIEDR. VIEWEG & SOHN, BRAUNSCHWEIG

Inhaltsverzeichnis — **Heft 1 mit 16 Abbildungen**



Die Bioklimatischen Beiblätter

der Meteorologischen Zeitschrift

erscheinen jährlich in 4 Heften zu 3—4 Bogen. Der Preis des Jahrganges beträgt 15,— RM. Die Mitglieder der Deutschen Meteorologischen Gesellschaft und der Österreichischen Gesellschaft für Meteorologie genießen einen Vorzugspreis.

Manuskripte sind an einen der beiden Schriftleiter einzusenden; soweit sie allgemeinbioklimatische oder medizinische Fragen behandeln, an Professor Linke, soweit sie den Zusammenhang zwischen Pflanzenwuchs und Klima oder Pflanzen- und Tierökologie betreffen, an Professor Schmidt. Die Einsender werden dringend gebeten, sich möglichst kurz zu fassen und nur die neuen Ergebnisse ihrer Arbeiten ausführlicher zu beschreiben. Die Länge soll im allgemeinen 8 Spalten nicht wesentlich überschreiten. Historische Einleitungen sind zu vermeiden, ältere Arbeiten nur durch Literaturangabe zu erwähnen, Tabellen aufs äußerste zu beschränken.

Den Aufsätzen soll eine kurze (3—8 Zeilen) vom Verfasser gegebene Zusammenfassung vorangehen. Das Abbildungsmaterial bitten wir reproduktionsfähig einzureichen, dabei aber darauf zu achten, daß Bezeichnungen innerhalb der Abbildungen nur mit Bleistift eingetragen und daß die Vorlagen nicht geknickt werden. Zu den Abbildungen erbitten wir Unterschriften, die nicht auf diesen, sondern innerhalb des Manuskriptes selbst einzutragen sind.

Sammelreferate über bestimmte Gebiete der Bioklimatologie sind sehr erwünscht; doch möge zuvor das Einverständnis der Schriftleitung eingeholt werden.

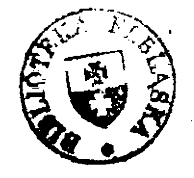
Referenten über die in fremden Zeitschriften erschienenen bioklimatischen Arbeiten, besonders des Auslandes, werden noch immer gesucht. Meldungen werden an einen der Schriftleiter erbeten.

Den Mitarbeitern werden 50 Sonderdrucke von ihren Aufsätzen unberechnet geliefert, mehr gegen Berechnung.

Prof. Dr. F. Linke,
Frankfurt a. M., Feldbergstr. 47

Prof. Dr. W. Schmidt,
Wien XIX, Hohe Warte 38

Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig



Bioklimatische Beiblätter
der Meteorologischen Zeitschrift
Herausgegeben von
Prof. Dr. Franz Linke, Frankfurt a. M., Feldbergstr. 47, u. Prof. Dr. Wilh. Schmidt, Wien 19/1, Hohe Warte 38

Band 3 Braunschweig Heft 1

Das Licht im Meer

Von **Hans Pettersson**, Göteborg

Mit 7 Abbildungen

Zusammenfassung. Über die bisher zur Messung des submarinen Lichtes verwendeten Methoden sowie ihre Vor- und Nachteile wird ein Überblick gegeben und die Resultate der verschiedenen Autoren werden besprochen. Insbesondere werden die Ergebnisse der Messungen des Verfassers mit dem von ihm konstruierten „Durchsichtigkeits-" und „Zerstreuungsmesser" und ihr Zusammenhang mit anderen Faktoren, wie Dichte und Zahl der suspendierten Teilchen im Meerwasser diskutiert.

Für die Meeresforschung ist in den allerletzten Jahren die Frage von der submarinen Beleuchtung, deren Messung und deren biologischen Wirkungen stark in den Vordergrund gerückt*). Schon für das rein ozeanographische Problem der Erwärmung des Meeres durch die hinunterdringenden Sonnenstrahlen sind die Gesetze ihrer Absorption in den obersten Wasserschichten bedeutungsvoll. Anderseits ist für die Meeresbiologie die Art der Ausnutzung der strahlenden Energie bei der Photosynthese der Meerespflanzen von fundamentaler Bedeutung. Die Erhaltung des ganzen Lebens im Meer hängt ja ab von dieser Lichtreaktion, deren Ertragsüberschuß dem animalischen Leben des Ozeans bis zu den größten Tiefen hinab als Nahrung dient.

Außerdem sind gewaltige ökonomische Interessen an die Auswirkung des Lichtfaktors im Meer geknüpft. Dank den Forschungen des großen norwegischen Fischereibiologen Johan Hjort und seiner Mitarbeiter erkennen wir nunmehr als eine Hauptursache der rätselhaften Schwankungen in der Ausbeute der großen Seefischereien, das Überwiegen bzw. Fehlen von gewissen Jahrgängen unter dem Fischbestand, was wiederum wahrscheinlich auf eine günstige bzw. ungünstige zeitliche Folge zwischen dem Aufblühen einer mehr oder weniger üppigen Planktonflora und der Laichzeit der Fische zurückgeführt werden kann. Neben dem Vorkommen gewisser Schlüsselsubstanzen, wie Nitrate, Phosphate und Eisenverbindungen in den obersten Wasserschichten, erscheint eine rechtzeitige und genügend intensive Beleuchtung des nährsalzreichen Wassers als ausschlaggebend für den Ertrag der Planktonblüte.

Erst relativ spät konnten genaue Messungen des submarinen Lichtes ausgeführt werden, was durch die großen technischen Schwierigkeiten, die solchen Messungen im Wege standen, zu erklären ist. In methodischer Hinsicht kann man drei Entwicklungsstadien dieser Messungen unterscheiden:

1. Lichtmessungen unter Verwendung von photochemischen Reaktionen, wie das Aktinometer von Bunsen & Roscoe oder die photographische Platte. Zum Teil wegen der bekannten Schwierigkeiten, welche der Auswertung von Schwärzungen einer photographischen Schicht für Intensitätsmessungen anhaften, haben die nach dieser Methode ausgeführten Lichtmessungen nunmehr hauptsächlich historisches Interesse.
2. Messungen mit sogenannten photoelektrischen Zellen, worin der „äußere" photoelektrische Effekt, d. h. die durch Lichtstrahlen angeregte Elektronenemission aus der Oberfläche eines Alkalimetalles in einem evakuierten oder mit Edelgas gefüllten Glasbehälter zur Erzeugung eines photoelektrischen Stromes ausgenutzt wird. Nach dieser Methode, welche in einer mehr als zehnjährigen Arbeit der beiden Pioniere der submarinen Lichtmessung, W. R. G. Atkins und H. H. Poole, zu einem hohen Grad von Genauigkeit entwickelt wurde, sind Lichtmessungen bis zu 180 m Tiefe hinab im durchsichtigen Wasser des Sargassomeeres ausgeführt worden.
3. Messungen mit sogenannten Sperrschichtzellen, in denen der „innere" photoelektrische Effekt, Elektronenübergang durch die Grenzschicht zwischen einem Halbleiter, wie Kupferoxydul oder Selen, und einem metallischen Leiter, wie Kupfer, Eisen oder Silber, als Quelle des Photo-

*) Auf der 28. Tagung des Rates der Internationalen Meeresforschung in Kopenhagen, Ende Mai 1935, wurde beschlossen, eine gemeinsame Sitzung bei der nächsten Tagung 1936 der Diskussion der submarinen Beleuchtung, ihrer Messung und ihrer biologischen Wirkungen zu widmen.

stroms dient. Dank der viel größeren Intensität der Photoströme, die bei gegebener Lichtintensität von den Sperrschichtzellen geliefert werden, und einer dementsprechend vereinfachten Meßapparatur, können nach dieser Methode Lichtmessungen relativ leicht und auch von wenig geübten Beobachtern mit einem den meisten Zwecken entsprechenden Genauigkeitsgrad ausgeführt werden.

Im folgenden soll ein kurzer Überblick der wichtigsten auf dem Gebiet der submarinen Lichtmessungen nach den beiden letzterwähnten Methoden ausgeführten Arbeiten gegeben werden, die größtenteils in verschiedenen, nicht ganz leicht zugänglichen Fachzeitschriften veröffentlicht worden sind [1]). Eine kurze theoretische Darstellung der Lichtabschwächung mit zunehmender Tiefe soll vorausgeschickt werden.

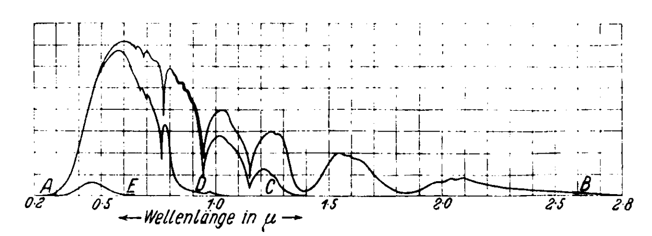


Abb. 1. Energieverteilung des Sonnenspektrums im Wasser nach W. Schmidt
$A-B$ an der Wasseroberfläche
$A-C$ nach Durchgang durch 1 cm Wasser
$A-D$ „ „ „ 1 m „
$A-E$ „ „ „ 100 m „

Die Abschwächung des Tageslichtes im Meer

An der Grenze zwischen Luft und Wasser erleidet ein von oben kommender Lichtstrahl sowohl einen Intensitätsverlust durch Reflexion wie eine Richtungsänderung durch Brechung, welche beide durch wohlbekannte Formeln der elementaren Optik bestimmt sind. Beide Veränderungen sind bei senkrechter Inzidens minimal, bei streifender Inzidens maximal, der Intensitätsverlust nähert sich 100% bei einem Einfallswinkel von fast 90°, welcher anderseits einem Brechungswinkel von nur etwa $48^1/_2{}^0$ entspricht. Letzterer Winkel ergibt somit die maximale Neigung, welche bei ruhiger Wasseroberfläche (abgesehen von jeder Streuung) die hinunterdringenden Lichtstrahlen besitzen können. Das Zusammendrängen der Strahlung vom ganzen Himmelsgewölbe auf einen fast dreimal kleineren Raumwinkel begünstigt offenbar das Hinunterdringen des Lichtes. Anderseits bewirkt der bei größeren Einfallswinkeln schnell zunehmende Reflexionsverlust, daß bei niedrigem Sonnenstand die Himmelsstrahlung begünstigt wird gegenüber dem direkten Sonnenlicht. Bei bewegter Oberfläche wird das Eindringen von schräg eintreffenden Strahlen erleichtert. Außerdem bewirkt die Brechung des Lichtes in den Wellenkämmen, besonders bei direktem Sonnenlicht, ein bandenartiges Fokusieren nahe an der Oberfläche.

Abgesehen von diesen allgemeinen Bemerkungen wird im folgenden von den Vorgängen an der Oberfläche abgesehen und die Intensität des Lichtes unmittelbar unter derselben als gegeben angenommen.

Wenn ein Bündel von parallelen monochromatischen Lichtstrahlen eine Wegstrecke von x Meter Länge in Wasser durchsetzt, so wird seine Intensität von dem Anfangswert I_0 auf den Endwert I_x vermindert nach der Formel:

$$I_x = I_0 \cdot e^{-\mu_w x},$$

worin μ_w eine Materialkonstante ist, die man zweckmäßig als Extinktionskoeffizient*) bezeichnet. Mit destilliertem, optisch reinem Wasser hat μ_w bei jeder Wellenlänge einen möglichst niedrigen Wert. In optisch reinem Meerwasser kommt die lichtabschwächende Wirkung der gelösten Salze dazu, während im natürlichen Meerwasser eine weitere Extinktion durch suspendierte Teilchen erfolgt.

Die Extinktion in reinem destillierten Wasser ist am genauesten von W. R. Sawyer[28]) gemessen worden, und zwar im Spektralbereich zwischen 3100 und 6500 Å. Aus den errechneten Werten von μ_w seien hier einige wiedergegeben:

λ (in Å)	3100	3600	4100	4600	5100	5600	6100	6500
μ_w (pro m)	0.84	0.28	0.050	0.015	0.017	0.030	0.160	0.21

Reines Wasser hat somit ein scharf ausgeprägtes Minimum der Extinktion (oder Maximum von Durchsichtigkeit) im Blau und Blaugrün, währenddem im Orangegelb und noch mehr im Ultraviolett die Extinktion rapid ansteigt. Noch kräftiger ist, nach anderen Messungen, die Extinktion im Rot und vor allem im Infrarot, wo schon in einer wenige Millimeter dicken Schicht Wasser die Strahlung fast vollkommen absorbiert, d. h. wie eine „schwarze Flüssigkeit" wirkt. Die Extinktion des reinen Wassers beruht überwiegend auf wahrer Absorption. Die Streuung an Wassermolekülen macht, nach E. O. Hulburts[19]) Berechnungen der „Raman-Einstein-Smoluchowski-Streuung", im Blau etwa ein Viertel der Gesamtextinktion aus, in den übrigen Spektralgebieten noch weniger.

In optisch fast reinem Meerwasser macht sich nach Hulburts Messungen die Gegenwart der Salze auf die Lichtextinktion hauptsächlich im Ultraviolett und vor allem im fernen Ultraviolett

*) Die Benennung „Absorptionskoeffizient" ist irreführend, da wirkliche Absorption nur einen Teil der Lichtabschwächung bewirkt. Gegen die vielfach in angelsächsischen Ländern benutzte Benennung „Transmissionskoeffizient" ist zu sagen, daß ein hoher Wert des Koeffizienten einer niedrigen Transmission entspricht, weshalb der hier gebrauchte Ausdruck Extinktionskoeffizient zweckmäßiger erscheint.

bemerkbar. Zwischen 3400 und 3000 Å soll die Extinktion gegenüber der in reinem destilliertem Wasser etwa vervierfacht sein, wovon gegen die Hälfte dem gelösten Calciumsulfat zuzuschreiben ist. Zwischen 3000 und 2500 Å soll neben diesem Salz auch das Magnesiumchlorid eine extinktionserhöhende Rolle spielen. Ähnliche Messungen Sayers mit Meerwasser aus Fundy Bay ergaben ebenfalls eine beträchtliche Verminderung der Durchsichtigkeit besonders im Ultraviolett gegenüber destilliertem Wasser und eine Verschiebung des Maximums nach grün. (Siehe auch weiter unten.) Im sichtbaren Gebiet dagegen weichen die von Hulburt gefundenen Extinktionskoeffizienten kaum um Beträge, welche die mutmaßlichen Meßfehler übersteigen, von den mit destilliertem Wasser gefundenen Werten*) ab. Man kann daraus schließen, daß mit Meerwasser von verschiedenem Salzgehalt die Lichtextinktion im Sichtbaren von diesen Unterschieden praktisch unabhängig ist.

Vom biologischen Standpunkt ist die hohe Lichtextinktion des reinen Meerwassers im Ultraviolett nicht ohne Bedeutung. Eine Verwandlung des Ergosterols der Meerespflanzen und Meerestiere in Vitamin D durch die sogenannten antirachitischen Strahlen um 3000 Å ist nur in unmittelbarster Nähe der Meeresoberfläche möglich, woraus man auf eine andersartige Herkunft, wohl auch auf eine andersartige Konstitution dieses Vitamins im Meer als auf dem Festland schließen möchte.

Mit gewöhnlichem, „optisch unreinem" Meerwasser kommt ein die Lichtextinktion sehr stark beeinflussender Faktor hinzu, nämlich die Streuung des Lichtes gegen zahlreiche im Wasser suspendierte Teilchen. Bei sehr hoher Konzentration dieser Teilchen wird dazu noch eine merkbare Lichtabsorption in denselben kommen, welche aber für gewöhnlich, und besonders bei sehr kleinen Teilchen, gegen die Streuungswirkung stark zurücktritt. An und für sich bewirkt die Streuung an den Teilchen keine Intensitätsverminderung, sondern nur eine Richtungsveränderung. Bei Laboratoriumsversuchen mit gerichteten Lichtstrahlen führt aber schon eine ganz kleine Richtungsänderung zu einer Verminderung der gemessenen Intensität. Im Meer, wo das Tageslicht immer mehr oder weniger diffus ist und die Intensität als Funktion der Tiefe bestimmt wird, führt die Streuung im allgemeinen zu einer Verlängerung des Weges der einzelnen Lichtstrahlen und somit indirekt zu einer erhöhten Extinktion.

Der Intensitätsverlust durch Streuung für ein Bündel gerichteter Lichtstrahlen kann durch einen gewöhnlichen Exponentialausdruck der Form

$$I_x = I_0 e^{-\mu_p x}$$

dargestellt werden, wo der Index des Koeffizienten auf die Wirkung der suspendierten Partikeln hindeutet. Mit Teilchen, die sehr klein sind im Verhältnis zur Wellenlänge des Lichtes, ist nach Lord Rayleigh μ_p umgekehrt proportional der vierten Potenz der Wellenlänge, die Streuungsextinktion somit in hohem Grade farbenselektiv. Für Teilchen hingegen, die groß sind im Verhältnis zur Wellenlänge, dürfte man in Analogie mit Resultaten von J. A. Stratton und H. G. Houston, für Lichtstreuung an relativ großen Wassertropfen in Luft den Exponenten μ_p als unabhängig von der Wellenlänge setzen und numerisch gleich der dem Licht zugekehrten Gesamtoberfläche von den in der Volumeinheit enthaltenen Teilchen. Die Streuung an großen Teilchen ist somit nicht farbenselektiv. Mit Teilchen mittlerer Größe wäre eine gewisse Selektivität beim Streuungsvorgang zu erwarten.

Für praktische Zwecke empfiehlt sich die Verwendung des von Atkins und Poole eingeführten Begriffes des „vertikalen Extinktionskoeffizienten" μ_v laut der Formel

$$I_h = I_0 e^{-\mu_v h}$$

wo I_0 die Intensität des von oben auf eine Flächeneinheit einfallenden Lichtes oberhalb und I_h unterhalb einer vertikalen Wassersäule von der Höhe h bedeutet. Es ist gleich zu bemerken, daß diese Höhe nicht identisch ist mit der Länge des Weges, welche von den meisten Lichtstrahlen in einer Schicht von der Mächtigkeit h Meter zurückgelegt wird, sondern nicht unwesentlich kleiner, und zwar wächst der Unterschied mit der Diffusität des Lichtes. Der Wert von μ_v, der durch Lichtmessungen im Meer erhalten wird, kann somit nicht direkt verglichen werden mit dem Wert von μ, der durch etwaige Laboratoriumsversuche mit demselben Wasser, aber mit parallel gerichteten Lichtstrahlen gewonnen wird.

Nach dem oben Gesagten kann man den vertikalen Extinktionskoeffizienten in zwei Teile zergliedern: $\mu_v = \mu'_w + \mu'_p$ *),

*) Zwischen 4000 und 5200 Å waren Dawson und Hulburt [20]) auch nicht im Stande mittels ihrer längsten Absorptionsröhren von 2.7 m die Extinktion im destillierten Wasser zu bestimmen, was dagegen Sawyer, der mit fast doppelt so langen Röhren arbeiten konnte, gelang. Weiter hat Sawyer, l. c. in seinen Absorptionsröhren auch mit Meerwasser aus Fundy Bay Messungen ausgeführt, die je nach dem Ursprungsort eine verschieden starke Erhöhung der Extinktion besonders im Ultraviolett ergaben, wohl größtenteils durch schwebende Teilchen verursacht.

*) Durch Hinzufügen des '-Zeichens wird der Unterschied dieser Teilkoeffizienten von den bei Laboratoriumsversuchen oder mit dem im Folgenden zu beschreibenden Durchsichtigkeitsmesser mit gerichteten Lichtstrahlen erhaltenen und auf einer genau bekannten Weglänge bezogenen Extinktionskoeffizienten markiert.

von denen der eine μ'_w der vertikal gerechneten Extinktion des reinen Meerwassers entspricht, währenddem der andere μ'_p die Extinktion durch anwesende Teilchen darstellt. Es ist weiter klar, daß der erstere praktisch unverändert bleibt, währenddem der zweite von der Art und der Konzentration der suspendierten Teilchen abhängt. Die sehr beträchtlichen Unterschiede in dem vertikalen Extinktionskoeffizienten, die aus den unten zu besprechenden Messungsergebnissen hervorgehen, dürfen also in erster Reihe auf den verschiedenartigen Gehalt von suspendierten Teilchen zurückgeführt werden.

Die Werte der Extinktionskoeffizienten sind nur konstant mit monochromatischem Licht. Mit dem spektral zusammengesetzten Tageslicht werden die Werte von μ_v mit der jeweiligen Zusammensetzung des Lichtes verschieden groß ausfallen und somit auch stark von der Tiefe abhängen. Über die Veränderungen, welchen das im Meer hinunterdringende Tageslicht mit zunehmender Tiefe unterliegt, läßt sich auf Grund der oben angegebenen Tatsachen folgendes aussagen:

Mit zunehmender Tiefe unterliegt das Licht einer fortschreitenden Veränderung in quantitativer sowie in qualitativer Hinsicht. Sowohl die kurzwelligsten wie die langwelligsten Komponenten des Tageslichtes werden schneller wegfiltriert, so daß das Licht bald eine blaugrüne bis blaue Farbe bekommt. In optisch nahezu reinem Wasser wird diese Veränderung besonders ausgeprägt. Bei Anwesenheit von schwebenden Teilchen wird die Abschwächung viel schneller und nicht so ausgeprägt selektiv, die Farbe des residualen Lichtes wird mehr grünlich oder bei sehr starker Trübung sogar gelbgrün.

Gleichzeitig unterliegt das Licht auch einer fortschreitenden Richtungsveränderung, indem zwar die schrägsten Strahlen durch verstärkte Extinktion wegfiltriert werden, dafür aber durch Streuung die Menge von diffusem Licht immer mehr erhöht wird.

Von Hulburt sind diese Folgerungen nachgeprüft worden an den Beobachtungen über die Veränderungen des Tageslichtes bei zunehmender Tiefe, welche von dem amerikanischen Biologen Beebe [14]) von seiner „Bathysphäre" aus in dem sehr klaren Wasser des Bermudas Archipels gemacht wurden. Qualitativ stimmt die von Beebe beobachtete spektrale Verteilung des Tageslichtes in 250 m Tiefe vollkommen mit der aus Hulburts Extinktionsbestimmungen an optisch reinem Meerwasser errechneten Resultat überein. Von dem ganzen Spektrum bleibt dort nur ein schmales Gebiet mit dem Maximum bei etwa 4900 Å zurück, welches mit dem von Beebe so ausdrucksvoll beschriebenen tiefblauen Licht in dieser Tiefe ausgezeichnet übereinstimmt. Quantitativ ist die Übereinstimmung weniger befriedigend, was aber nach Hulburt dadurch zu erklären ist, daß in der obersten, 80 m mächtigen Wasserschicht die Extinktion etwa das fünffache ausmacht von der im optisch reinen Meerwasser zu erwartenden. In den tiefer liegenden Wasserschichten ist dagegen die Übereinstimmung zwischen Theorie und Beobachtung eine fast vollkommene. Interessant ist außerdem die Feststellung Hulburts, daß in 250 m Tiefe die Intensität der horizontal gerichteten, also gestreuten Lichtstrahlen, durchaus von derselben Größenordnung ist, wie die der vertikalen Strahlen, d. h. das Licht ist in dieser Tiefe fast vollkommen diffus geworden.

Methodisches

Die Apparatur zu submarinen Lichtmessungen besteht im wesentlichen aus drei Bestandteilen, erstens eine lichtempfindliche Zelle in einer druckfesten Hülle eingebaut und hinter einem Glasfenster dem einfallenden Lichte ausgesetzt; zweitens eine ähnliche Zelle zur Messung des auf die Wasseroberfläche einfallenden Lichtes und drittens die Meßapparatur. Elektrisch isolierte Kabel verbinden die beiden Photometer mit der Meßapparatur. Je nachdem das lichtempfindliche Instrument eine Photozelle oder eine Sperrschichtzelle ist, muß die Meßapparatur einen höheren oder niedrigeren Empfindlichkeitsgrad besitzen.

Als Beispiel einer Meßanordnung mit Photozelle können wir die musterhaft ausgearbeitete Apparatur zitieren, welche an Bord des amerikanischen Forschungsschiffes „Atlantis" verwendet wird und in ihrer ursprünglichen Gestalt von Gall und Atkins [13]) beschrieben wurde.

Die Photozelle, für gewöhnlich mit Kalium beschickt, hat eine mit der Wellenlänge des Lichtes variable Empfindlichkeit. Mit Kalium liegt das Empfindlichkeitsmaximum im Blau, währenddem mit Caesiummetall beschickte Zellen eine mehr gleichmäßige Empfindlichkeit über ein weites Spektralgebiet besitzen. Unter Verwendung einer Hilfsspannung von etwa 60 Volt erhält man mit Kaliumzellen einen Photostrom von 10^{-6} Amp. bei einer Belichtung mit 200 bis 400 Lux. Um noch Bruchteile von einem Lux messen zu können, muß die Empfindlichkeit der Meßanordnung auf etwa 10^{-9} Amp. gebracht werden. Zu diesem Zweck wird potentiometrisch der durch den Photostrom erzeugte Potentialfall in einem großen Widerstand gegen die Spannung einer Normalbatterie gemessen. Den Nullstrom bestimmt man unter Verwendung eines einfach konstruierten mechanischen Interruptors mittels eines Zweiröhrenverstärkers und Kopfhörers. Die Anordnung hat den Vorteil, daß keine durch Wellengang gestörte Zeiger-

instrumente benutzt werden, und sie läßt sich deshalb auch bei hohem Seegang verwenden. Anderseits muß sie sorgfältigst gegen Isolationsfehler und Induktionsstörungen geschützt sein, verlangt außerdem für ein fehlerfreies Funktionieren gut geübte Beobachter. Um den bei Photozellen auftretenden Dunkelstrom zu kontrollieren, bewirkt man eine zeitweise Zudeckung der Zelle mittels eines mechanisch oder elektromagnetisch vom Schiff betriebenen Deckels.

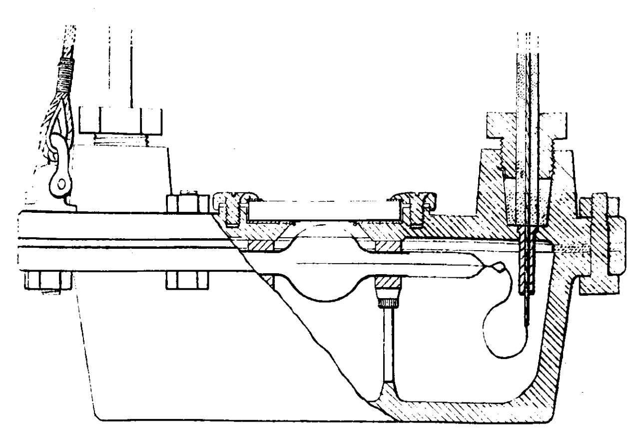


Abb. 2. Unterseephotometer nach H. H. Poole

Um den störenden Schwankungen des Photostromes, welche von der Wellenbewegung verursacht werden, Rechnung zu tragen, hat J. H. J. Poole[27]) eine integrierende Anordnung ersonnen, bestehend aus einer Neonlampe, die aufleuchtet, jedesmal wenn ein vom Photostrom aufgeladener Kondensator ein gewisses kritisches Potential erreicht. Durch einfaches Abzählen der in einem gegebenen Zeitintervall erfolgten Lichtblitze aus der Lampe erhält man ein direktes Maß für die mittlere in derselben Zeit vorhandene Lichtintensität. Die Anordnung hat sich gut bewährt bei Messungen unmittelbar unter der Oberfläche, wo die Lichtintensität äußerst starken und schnellen Veränderungen unterliegt.

Um die spektrale Verteilung des submarinen Lichtes zu messen, können Lichtfiltra vor der Photozelle eingeschaltet werden. Bei intensivem Licht setzt man außerdem gewöhnlich die einfallende Lichtmenge durch Einschalten eines Diaphragmas herunter.

Um schließlich aus den Messungen mit dem versenkten Photometer Schlüsse auf die Durchsichtigkeit der oberen Wasserschichten ziehen zu können, werden damit abwechselnd Messungen des auf die Oberfläche einfallenden Lichtes mittels des Deckphotometers ausgeführt.

Als Beispiel einer Meßanordnung mit Sperrschichtzelle dient das hier in der Abb. 3 wiedergegebene submarine Aktinometer, das für Lichtmessungen in Schweden gebraucht wird. Die Zelle ist eine Selenzelle, von B. Lange in Berlin-Dahlem konstruiert, die unter einer durchsichtigen Glasplatte in einer druckfesten Metallhülle dem Tageslicht ausgesetzt wird. Als Meßinstrument dient ein an Bord befindliches „Lichtfleck-Mikroammeter“ von Siemens & Halske, das bei einer Lichtintensität von nur 1 Lux einen Ausschlag von 10 Skalenteilen, entsprechend $0{,}2 \cdot 10^{-6}$ Amp. ergibt. Das Instrument ist wesentlich weniger beeinflußt von der Wellenbewegung als Zeigerinstrumente derselben Empfindlichkeit und erlaubt zuverlässliche Ablesungen auch bei mäßig bewegter See.

Da die Sperrschichtzellen bei sehr intensiver Belichtung nicht mehr einen der Lichtintensität proportionalen Photostrom ergeben, ist es zweckmäßig, durch Einschalten eines optischen Filters vor der Zelle die Intensität bei starker Beleuchtung auf einen genau bekannten Bruchteil herunterzusetzen. Zu diesem Zweck wird bei Messungen in den obersten 5 bis 10 m Wassertiefe bei hellem Tageslicht eine durchsiebte Metallfolie, zwischen zwei Opalgläser gekittet, in der Vertiefung oberhalb des Fensters angebracht. Man kann dadurch immer im linearen Teil der Photostrom/Lichtintensitätskurve verbleiben und entgeht auch den übrigen bei sehr intensiver Belichtung auftretenden Fehlern der Sperrschichtzelle. Die für das Deckphotometer benutzte Zelle wird dauernd unter einem Siebfilter gehalten.

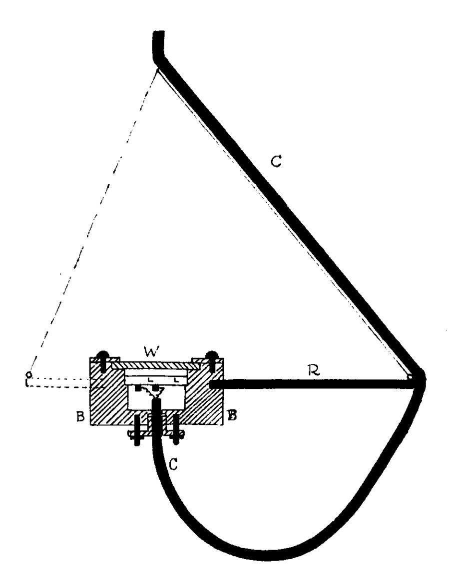


Abb. 3. Submarines Aktinometer nach Pettersson und Landsberg

Mit dem beschriebenen Instrument erhält auch ein wenig geübter Beobachter bei wiederholten Messungen in derselben Tiefe auf wenige Prozent genau übereinstimmende Werte der Lichtintensität (auf konstante Intensität der Oberflächenbelichtung umgerechnet).

Sowohl Photozellen als Sperrschichtzellen müssen unter Verwendung von Lichtquellen bekannter Intensität geeicht werden. Für gewöhnlich

werden dazu geeichte elektrische Metalldrahtlampen oder auch eine Kohlenbogenlampe bekannter Emission benutzt. Die Lichtintensitätswerte werden gewöhnlich in Lux, zuweilen auf Mikrowatt pro cm^2/sec umgerechnet, angegeben. Allerdings fallen je nach der zur Eichung benutzten Lichtquelle die Werte etwas verschieden aus. Eine Normalisierung der Lichteinheit für derartige Messungen erscheint zur Zeit als eine der dringendsten Aufgaben für die submarine Lichtforschung.

Fehlerquellen*)

Eine beträchtliche Zahl von Fehlerquellen müssen sowohl bei der Ausführung der Messungen wie bei dem Errechnen der Resultate berücksichtigt werden.

Erstens ist das lichtempfindliche Instrument selbst mit verschiedenen Fehlerquellen behaftet, von denen einige schon erwähnt worden sind, wie Dunkelströme bei den Photozellen und Abweichungen vom linearen Strom/Intensitätsverhältnis bei Sperrschichtzellen. Ermüdungserscheinungen sind bei beiden Arten von Zellen häufig beobachtet worden, sind aber in den besten heutzutage vorkommenden Typen weitgehend beseitigt worden. Jedenfalls sind Wiederholungen der oben erwähnten Eichungen sehr zu empfehlen, um ein Auftreten von Ermüdungserscheinungen oder andersartiges Versagen der Zelle rechtzeitig festzustellen. Wegen ihrer robusteren Konstruktion und der wesentlich niedrigeren Empfindlichkeit der Meßapparatur kommen bei Photometern mit Sperrschichtzellen solche Fehlerquellen weniger in Betracht als mit Photozellen.

Unter den bei den Messungen auftretenden Fehlern sind die, welche auf Schrägstellung der Zellenoberfläche durch Strömungen im Wasser sowie auf Beschattung seitens des Schiffskörpers beruhen, relativ leicht zu vermeiden.

Wesentlich mehr stören die unregelmäßigen Schwankungen der Lichtintensität, die zum Teil durch vorüberziehende Wolken, zum Teil durch die Wellenbewegung verursacht werden und welche besonders bei Messungen sehr nahe an der Wasseroberfläche die Genauigkeit wesentlich herabsetzen können. Zur Vermeidung ersterwähnter Fehlerquelle empfiehlt es sich, bei unruhiger See jede Ablesung mit dem versenkten Photometer zwischen zwei Ablesungen am Deckphotometer einzuschalten.

*) Eine sehr vollständige Diskussion sämtlicher Fehlerquellen und der an den Messungen anzubringenden Korrekturen findet man bei Atkins und Poole[11]). Besondere Beachtung verdient die Korrektur, die durch verschiedenartige Reflexionsbedingungen im versenkten Zustand an der Glasoberfläche vor der Zelle bedingt ist (l. c. S. 136).

Ergebnisse

Die ersten Messungen des submarinen Lichtes mittels Photozellen wurden 1922 von Shelford und Gail[33]) in den ruhigen Gewässern des Puget Sound ausgeführt. Unter Verwendung einer gasgefüllten, nur für blaue Strahlen empfindlichen Zelle, verbunden mit einem hochempfindlichen Galvanometer, konnten die Messungen bis zu einer Tiefe von 120 m gemacht werden. Später haben Shelford und Kunz[31]) mittels Photozellen verschiedener spektraler Empfindlichkeit, verbunden mit Farbfiltra, die Extinktion von Licht verschiedener Farben in der Mendotasee bestimmt. Die dabei entwickelte Technik hat dann Shelford[29]) [30]) zu ähnlichen Messungen in Puget Sound verwendet. Ein Minimum der Extinktion wurde bei 5500 Å gefunden, während bei 6000 und 4300 Å, in einem anderen Falle bei 6000 und 3600 Å gleich hohe Werte von μ_v bestimmt wurden.

Die ersten Lichtmessungen mit einer für Arbeit auf hoher See gebauten photoelektrischen Anordnung wurden 1924 von Poole und Atkins[1-12]) ausgeführt, zuerst im Hafen von Plymouth, später im offenen Meer des Englischen Kanals. Die Anordnung, welche im Prinzip oben beschrieben wurde, ist dann in den folgenden Jahren von Poole und Atkins zu einem hohen Grad von Vollkommenheit gebracht worden. Zuerst wurden gasgefüllte Photozellen vom Kunz-Typus verwendet, später wurden überwiegend die größere Konstanz gewährenden Vakuumzellen gebraucht, und zwar für gewöhnliche Messungen Kaliumzellen, dagegen für spektral, durch Farbenfiltra zerlegtes Licht, Caesiumzellen. Als wesentliche Verbesserung bei Messungen nahe an der Oberfläche wurde die schon erwähnte, von J. H. J. Poole[27]) angegebene, integrierende Meßanordnung mit der Neonlampe eingeführt.

In einer Reihe von Arbeiten haben Atkins und Poole ihre submarinen Lichtmessungen veröffentlicht. Sie wurden in den die Britischen Inseln umgebenden Meere ausgeführt. Mit blauen Strahlen konnten die Messungen bis zu einer maximalen Tiefe von 80 m ausgeführt werden, wo die Intensität auf ein Hunderttausendstel von der in demselben Spektralgebiet unmittelbar unterhalb der Oberfläche vorhandenen Wert fiel, $\mu_v = 0{,}140$. Mit grünem Licht (5200 Å) war die Extinktion fast dieselbe, $\mu_v = 0{,}155$. Mit rotem Licht ($\lambda = 7600$ Å) fiel die Intensität auf den gleichen Bruchteil schon in 20 m Tiefe, $\mu_v = 0{,}567$, währenddem im nahen Ultraviolett, 3600 Å, ein Hunderttausendstel der Oberflächenintensität in 30 m Tiefe vorhanden war, $\mu_v = 0{,}392$. Diese Werte unterliegen aber sowohl jahreszeitlichen Schwankungen als Veränderungen von Jahr zu Jahr, welche unzweifelhaft mit Schwankungen im Gehalt von suspendierten Teil-

chen zusammenhängen. Eine Zunahme der Extinktion im planktonreichen Wasser bei der Diatomeenblüte im Frühjahr konnte aber nicht festgestellt werden.

Die Meßmethoden von Poole und Atkins sind für biologische Untersuchungen, sowie beim Studium der vertikalen Wanderungen des Zooplanktons unter Einwirkung des Tageslichtes, vom Plymouther Biologen F. S. Russel vielfach verwendet worden.

In den letzten Jahren haben Poole und Atkins auch Lichtmessungen mit verschiedenen Sperrschichtzellen ausgeführt und dabei eine wesentlich verbesserte Ablesemethode eingeführt.

Mit der von Poole und Atkins entwickelten Methodik haben Clarke und seine Mitarbeiter [15] [16]) vom Forschungsschiff „Atlantis" des Ozeanographischen Institutes Wood Hole Lichtmessungen ausgeführt im westlichen Teil des Nordatlantischen Ozeans sowohl im durchsichtigen Wasser des Sargassomeeres und des Golfstromes wie in dem trüberen Wasser des Golf of Maine. Mittels Photozellen verschiedener lichtelektrischer Schichten und Lichtfiltra wurden verschiedene Spektralgebiete getrennt gemessen. Als Beispiele der Ergebnisse seien hier einige Abbildungen wiedergegeben, welche einer neulich erschienenen Abhandlung von Clarke und Oster [16]) entnommen sind. Abb. 4 zeigt die Abnahme der untersuchten Lichtkomponenten in Prozenten der Oberflächenintensität im Sargassomeer (logarithmische Skala). Eine Abnahme auf 1% erfolgt mit rotem Licht in 16 m Tiefe, mit grünem in 86 m, mit violettem in 100 m, mit blauem erst in 148 m. Gemessen wurden die blauen Strahlen bis zu einer Tiefe von 174 m, die violetten bis 180 m. Zum Vergleich sind die unweit der amerikanischen Küste bei Gay Head erhaltenen Resultate in Abb. 5 wiedergegeben. Die Abnahme auf 1 % erfolgte hier mit rotem Licht in 11 m, mit blauem und violettem Licht in 16 m,

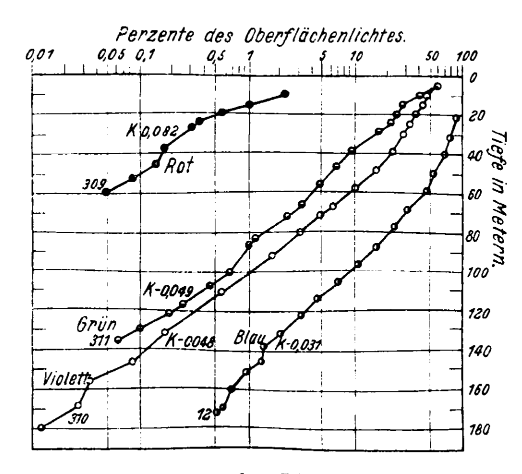


Abb. 4. Extinktion der Lichtkomponenten im Sargassomeer nach Oster und Clarke

während das grüne Licht erst in 26 m Tiefe auf 1 % der Initialintensität herabgesetzt wurde. Am wenigsten beeinflußt von der Trübung waren somit die roten Strahlen, was auch aus theoretischen Gründen begreiflich ist, am meisten die blauen und violetten. Die schon früher von Knudsen mittels eines versenkten Differentialspektrophotometers gemachte Erfahrung, daß im Küstenwasser die grünen Strahlen die penetrantesten sind, wird somit bestätigt.

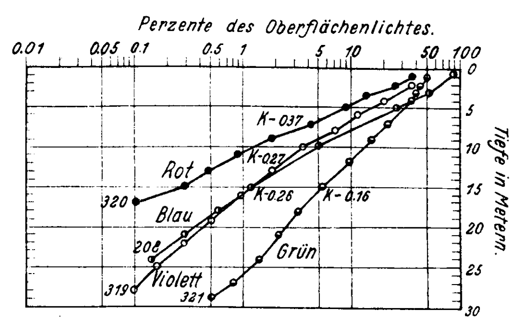


Abb. 5. Extinktion der Lichtkomponenten im Maine-Golf nach Oster und Clarke

Die Form der von Oster und Clarke gefundenen Kurven ist annähernd linear, d. h. der Wert des Extinktionskoeffizienten bleibt in den untersuchten Spektralgebieten praktisch unabhängig von der Tiefe. In dem über der Kontinentalböschung liegenden, stärker geschichtetem Wasser bei einer dritten Station war dies nicht der Fall. In der Übergangsschicht von zunehmender Dichte, zwischen 20 und 40 m, zeigen die violetten und blauen Strahlen eine wesentlich erhöhte Extinktion, während die grünen Strahlen weniger, die roten fast gar nicht davon beeinflußt werden. Diese Tatsache wird, in Übereinstimmung mit früher im schwedischen Küstenmeer gemachten Erfahrungen, auf Streuung durch eine „Wolke" von organischen Teilchen gedeutet, welche in der Übergangsschicht angereichert werden.

Dieselbe Anordnung ist auch verwendet worden zu Lichtmessungen in Zusammenhang mit Versuchen über die Photosynthese von Diatomeen. Die „Kompensationstiefe", wo Sauerstoffproduktion und Sauerstoffkonsumtion der Algen einander im Gleichgewicht halten, wurde dabei zwischen 24 und 30 m gefunden. Auch im Zusammenhang mit der vertikalen Verteilung im Meerwasser von lebenden Coccolithophoriden, wie *Pontosphaera Huxlei* und Diatomeen der Gattung *Guinardia*, sind Lichtmessungen nach derselben Methode verwendet worden.

Im Nordostpazifischen Ozean, sowohl im S. Juan-Archipel wie im Alaska-Golf sind Messungen des submarinen Lichtes von Utterback [34]) und seinen Mitarbeitern ausgeführt worden. Bei diesen Messungen wurde eine Sperrschichtzelle („photronic") verwendet, vor der mittels einer magnetisch

betätigten Drehscheibe verschiedene Farbenfiltra eingeschaltet werden konnten. Die errechneten Werte der Extinktionskoeffizienten zeigten beträchtliche Schwankungen, nicht nur mit dem Beobachtungsort, sondern auch am selben Ort mit der Tiefe, und zwar sowohl eine Zunahme wie auch Abnahme des Wertes von μ_v mit der Tiefe. Größtenteils sind diese Schwankungen auf einen verschieden starken Gehalt des Wassers an suspendierten Teilchen zurückzuführen. Schwer verständlich erscheinen allerdings die auffallend niedrigen Werte von μ_v mit roten Strahlen, die wiederholt in Tiefen zwischen 20 und 30 m gefunden wurden. Die grünen Strahlen waren die bei weitem durchdringendsten, allerdings weniger als im Wasser des Englischen Kanals nach Atkins Messungen. Dagegen sind die im Nordostpazifischen Scheerenmeer gefundenen Werte der Extinktionskoeffizienten durchaus vergleichbar mit den von Clarke in Woods Hole Harbour und von Pettersson und Landberg in der Ostsee gefundenen Werten.

Bei schwedischen Lichtmessungen [21-25]) sind seit 1933 Sperrschichtzellen (zuerst Kupferoxydulzellen, später nur die weit empfindlicheren Selenzellen von B. Lange) verwendet worden. Mittels des schon beschriebenen submarinen Aktinometers sind Messungen sowohl in den Fjords wie im offenen Meer des Skagerraks, Kattegatts und der Ostsee ausgeführt worden, allerdings ohne Verwendung von Farbfiltra. Da der Bereich von der größten spektralen Empfindlichkeit der Langezelle in der Nähe vom Gebiet der größten Durchsichtigkeit des Küstenwassers liegt, wird der gemessene Photostrom nahezu proportional der integralen Intensität vom residualen Licht, außer unmittelbar unter der Oberfläche, wo die roten Strahlen überwiegen.

Die Ergebnisse zeigen vor allem eine sehr starke Abhängigkeit der Extinktion von der Tiefe besonders in der Nähe der Schichtgrenzen. Wie im folgenden erwähnt werden soll, ist diese Abhängigkeit unzweifelhaft auf eine Anreicherung der schwebenden Teilchen an den Schichtgrenzen zu erklären. Als zusammenfassendes Ergebnis kann man sagen, daß unter etwa 15 m Tiefe die Lichtintensität mit jedem fünften Meter auf die Hälfte abnimmt, in den oberen Schichten noch schneller.

Seit Herbst 1933 werden die Schwankungen des submarinen Tageslichtes im Gullmarfjord bei Bornö Station dauernd registriert mittels zweier von einer Beobachtungsbrücke ausgehängter Aktinometer, verbunden mit einem doppelschreibenden Registriergalvanometer. Besonders stark tritt die Einwirkung einer trüben Deckschicht, wie sie gewöhnlich nach stärkerem Regen im Fjord auftritt, auf die submarine Beleuchtung zum Vorschein, wobei die Intensität schon in weniger als 1 m Tiefe auf einen kleinen, biologisch nicht mehr verwertbaren, Bruchteil herabgesetzt werden kann. Auch unter einer bis 20 cm dicken Eisschicht sind im Winter die Lichtregistrierungen durchgeführt worden. Ein zusammenfassender Bericht über die Ergebnisse soll demnächst veröffentlicht werden.

Mittels derselben Methodik sind von Pettersson, Höglund und Landberg [25]), sowie später von den letzerwähnten beiden Autoren systematische Versuche über die Photosynthese der Diatoméen ausgeführt worden, um die „Kompensationsintensität" des Lichtes, welche für ein Aufrechterhalten des jeweiligen Sauerstoffgehaltes ausreicht, zu bestimmen. Dabei wurden auf eine zum Fjordboden führende Gleitbahn die Kulturflaschen mitsamt dem Aktinometer in Bewegung gehalten, um Konstanz des Photostromes zu bewirken. In dieser Weise werden durch Zwischenschalten einer Wasserschicht von variabler Dicke die Schwankungen an Intensität des auf die Wasseroberfläche einfallenden Tageslichtes kompensiert, so daß die Photosynthese in Tageslicht von angenähert konstanter Intensität vor sich gehen kann. Das Endergebnis von wiederholten Messungen ergab als Wert der Kompensationsintensität einer, nicht ganz von Metazooen befreiten, Rohkultur verschiedener Diatoméengattungen den Wert 400 Lux.

Die Durchsichtigkeit des Meerwassers

Wie aus dem eben Gesagten hervorgeht, sind Tageslichtmessungen im Meer bei verschiedenen Tiefen nur in Ausnahmefällen geeignet, um genaue Werte des Extinktionskoeffizienten zu errechnen, wenn man nicht mit Licht von recht eng ausgeblendeten Spektralgebieten arbeitet. Mit zunehmender Tiefe unterliegt nämlich das herunterdrängende Tageslicht einer weitgehenden Veränderung seiner spektralen Zusammensetzung, so daß die in verschiedenen Tiefen gefundenen Werte von μ_v nicht ohne weiteres untereinander vergleichbar sind. Weiters gehen die Fehler der Einzelbestimmungen der Lichtintensität in dem aus zwei getrennten Bestimmungen errechneten Wert von μ_v doppelt ein. Schließlich sind solche Bestimmungen nur zu einer beschränkten, von der Tageszeit und den meteorologischen Verhältnissen abhängigen, maximalen Tiefe ausführbar.

Anderseits hat die Frage von der Durchsichtigkeit des Meerwassers eine Bedeutung über die der Tageslichtmessung hinaus, indem die Extinktion im Wasser als ein Maß von seinem Inhalt an suspendierten Teilchen dienen kann.

Das klassische Instrument zur Bestimmung der Durchsichtigkeit des Wassers, die Secchische Sichtscheibe, leidet an dem Nachteile der Tageslichtabhängigkeit und ist außerdem für einiger-

maßen genaue Messungen nicht zu brauchen. Um ein exakteres, zu jeder Zeit bestimmbares Maß der Durchsichtigkeit des Meerwassers zu erhalten, wurde der in Abb. 6b skizzierte Durchsichtigkeitsmesser vom Verfasser konstruiert. In einer druckfesten Hülle aus verchromtem Messing ist eine kleine elektrische Lampe hinter einem Glasfenster eingebaut. Mittels einer zwischengeschalteten halbsphärischen Linse wird ein schwach divergentes Lichtbündel ins Wasser hinausgeschickt, das in einem Abstand von 1 m von einem von drei Schienen aus rostfreiem Stahl gehaltenen Spiegel zurückreflektiert wird, um durch ein zweites Glasfenster auf die Langezelle zu fallen. Ein konischer Schirm vor dem zweiten Fenster schützt gegen diffuses Tageslicht. Durch ein gummiisoliertes, vierfach leitendes Kabel wird einerseits der sorgfältig konstant gehaltene Heizstrom der Lampe zugeführt, anderseits der Photostrom von der Zelle zu einem an Bord befindlichen, hochempfindlichen Lichtfleckmikroammeter geführt und gemessen.

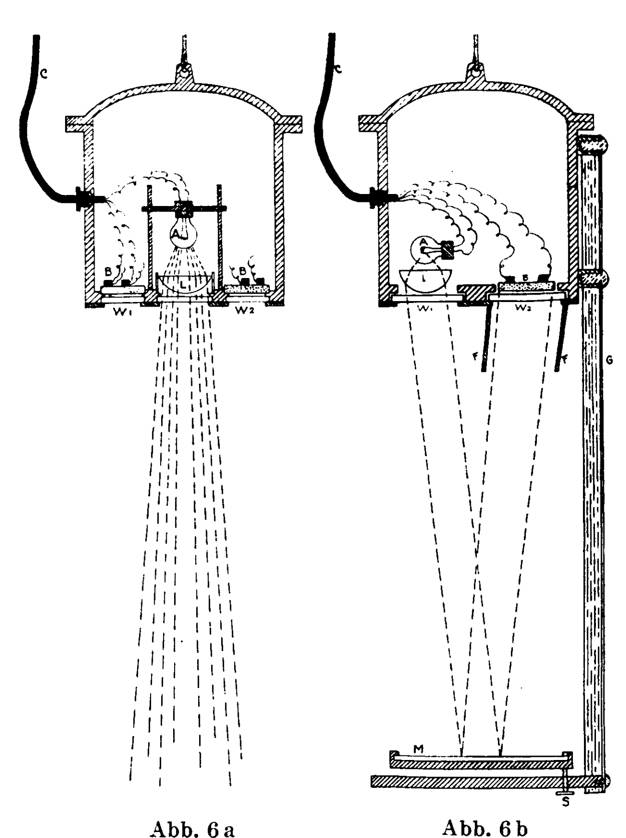


Abb. 6a Abb. 6b
Streuungsmesser und Durchsichtigkeitsmesser

Der Ausschlag gibt ein Maß für die Durchsichtigkeit der zwischen Fenster und Spiegel vorhandenen Wassersäule, welche zweimal vom Licht durchstrahlt wird. In vertikaler Lage ergibt somit die Messung einen Durchschnittswert von der Durchsichtigkeit einer Wassersäule von 1 m Höhe, in horizontaler Lage dagegen von der einer nur 0,15 m dicken Wasserschicht.

Die Vorteile des Instrumentes sind: erstens, daß sowohl die Gesamtintensität wie die spektrale Zusammensetzung des Lampenlichtes konstant und unabhängig von der Tiefe bleibt; zweitens, daß die Messungen zu jeder Tageszeit und bis zu einer Tiefe herab, die nur von der Druckfestigkeit des Instrumentes und von der Länge des elektrischen Kabels beschränkt ist, ausgeführt werden können.

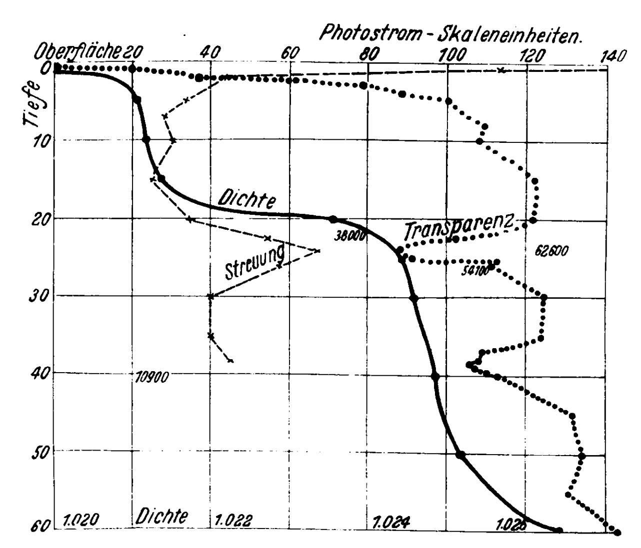


Abb. 7. Durchsichtigkeit und Streuung im Gullmarfjord nach Pettersson

Die Messungen damit sind sehr schnell ausführbar und geben untereinander bis auf wenige Prozent übereinstimmende Werte.

Um die oben gemachte Annahme, daß die Unterschiede an Durchsichtigkeit des Meerwassers hauptsächlich, wenn nicht ausschließlich, durch seinen Gehalt an suspendierten Teilchen bedingt ist, nachzuprüfen, wurde als Gegenstück zu dem Durchsichtigkeitsmesser ein Streuungsmesser konstruiert, wo das ausgestrahlte Licht, anstatt gegen einen Spiegel reflektiert, nur gegen die im Wasser vorkommenden Teilchen zurückgestreut wird (Abb. 6a). Wegen der Schwäche des Streulichtes muß eine wesentlich kräftigere Lampe, eine Autolampe von 32 K, verwendet werden und außerdem die Empfindlichkeit der Meßanordnung durch Verwendung von vier bis sechs anstatt nur einer Photozelle erhöht werden. Im übrigen ist die Bedienung des Instrumentes ebenso einfach und die Meßresultate zeigen dieselbe gute Übereinstimmung wie mit dem Durchsichtigkeitsmesser.

Beim Streuungsmesser muß offenbar der Photostrom zunehmen mit der Konzentration von suspendierten Teilchen, während beim Durchsichtigkeitsmesser eine Abnahme des Stromes zu erwarten ist. Tatsächlich zeigen die in derselben Wassersäule gefundenen Werte den erwarteten antisymmetrischen Gang, wie die in Abb. 7 wiedergegebenen Meßresultate aus einer im Gullmarfjord an einem Nachmittag spät im Oktober 1934 ausge-

führten Beobachtungsserie zeigen. Die Tiefe in Metern ist längs der vertikalen Achse aufgetragen, während längs der horizontalen Achse die Ausschläge in Skalenteilen mit den beiden Instrumenten eingetragen sind (Durchsichtigkeitsmesser punktiert, Streuungsmesser gestrichelt). Die vollgezogene Kurve stellt die Dichte des Meerwassers als Funktion der Tiefe dar.

Zur Zeit der Messung war der Fjord nach mehrwöchentlichem Regenfall von einer dünnen, aber fast opaken Deckschicht von Flußwasser bedeckt. Schon in 0.5 m Tiefe war deshalb die Intensität des einfallenden Tageslichtes auf etwa 10 % herabgesetzt, so daß gleichzeitig ausgeführte Tageslichtmessungen nur bis zu 20 m Tiefe vorgenommen werden konnten. Die optischen Eigenschaften dieser Deckschicht kommen in beiden Kurven deutlich zum Vorschein. Weiters auffallend ist das scharfe Minimum der Durchsichtigkeit, Maximum der Streuung, in 24 m Tiefe unmittelbar unter dem kräftigen Dichtesprung zwischen relativ salzarmem baltischen und darunterliegendem salzigeren Skagerrakwasser.

Eine quantitative Auszählung der Planktonorganismen, von Mag. Höglund ausgeführt, zeigte, daß die streuenden Teilchen hier, wenigstens zum Teil, lebende Planktonorganismen waren. Die Zahl der Zellen pro Liter sind durch die in dem Diagramm stehenden Ziffern angegeben.

In anderen ähnlichen Messungsserien, wo der antisymmetrische Verlauf der beiden Streuungs- und Durchsichtigkeitskurven ebenso deutlich hervortrat, zeigten Untersuchungen von Höglund, daß die wirksamen Teilchen hauptsächlich organischer Detritus waren. Auffallend oft trat eine Anreicherung dieser Teilchen bei einer Schichtgrenze im Wasser auf, so daß die hydrographischen, in den Fjords äußerst ausgeprägten Schichtgrenzen häufig mit den ebenso scharfen optischen und biologischen Grenzen zusammenfallen. Es erscheint naheliegend anzunehmen, daß die letzerwähnte Grenze, die in einer wolkenähnlichen Verdichtung der schwebenden Teilchen besteht, durch eine vom Dichtegradienten bewirkten Abbremsung ihrer Senkungsgeschwindigkeit verursacht wird. Die oben erwähnten Beobachtungen von Oster und Clarke an der Küste des Gulf of Maine scheinen diese Deutung zu stützen, die auch durch Laboratoriumsversuche bei Bornö mit angereichertem Plankton in geschichtetem Wasser eine weitere Bestätigung gefunden haben.

In einem neukonstruierten Instrument sind Streuungs- und Durchsichtigkeitsmesser zu einem einzigen Instrument vereint, mit dem in wesentlich größeren Tiefen, bis zu über 500 m, optische Untersuchungen des Meerwassers in situ beabsichtigt werden. Überhaupt scheinen Messungen mit einem oder dem anderen von den beschriebenen Instrumenten eine bequeme Methode darzustellen, schnell eine Übersicht über die Verteilung von schwebenden Teilchen im Meerwasser zu gewinnen, die besonders zur Zeit der Planktonblüte von erheblichem biologischen Interesse sein wird.

Schließlich sei auf eine recht bedeutungsvolle Konsequenz der Anreicherung des Planktons in gewissen Tiefen hingewiesen. Durch die zuerst im Gullmarfjord entdeckten großen internen Bewegungen im Küstenmeer kann auf längere oder kürzere Zeit eine planktonreiche Schicht auf ein gut bzw. schlecht beleuchtetes Niveau erhöht bzw. erniedrigt werden, was auf den Ertrag der Photosynthese und alle daraus folgenden biologischen Konsequenzen von entscheidendem Einfluß sein muß. Die Untersuchung der internen Bewegungen im Küstenmeer, besonders in Verbindung mit Lichtmessungen, gewinnt dadurch ein erhöhtes Interesse für die Meeresbiologie.

Nachtrag

Mit einem neukonstruierten Durchsichtigkeitsmesser, der für höhere Drucke gebaut wurde, sind neulich Messungen im zentralen Skagerrak bis zu 500 m Tiefe ausgeführt worden. Es zeigte sich, daß das Wasser in 250 m Tiefe ein Maximum an Durchsichtigkeit besitzt, während sich eine Trübung seitens des Bodensediments schon in 50 m Abstand davon bemerkbar machte. Im Gegensatz hierzu zeigten Messungen in den relativ stark abgeschlossenen Fjords um Uddevalla eine sehr hohe Durchsichtigkeit in den Tiefen, die sich bis innerhalb weniger als 1 m von der Oberfläche des (hier besonders lockeren) Sediments erstreckte, was wiederum auf eine seit längerer Zeit bestehende Bewegungslosigkeit der Bodenschichten hindeutet. Man dürfte somit aus Messungen der Durchsichtigkeit Schlüsse auf den Bewegungszustand der bodennahen Wasserschichten ziehen können.

Literatur

[1]) Atkins, W. R. G., Journ. du Conseil du C. P. I. p. l'Exploration de la Mer 1, 99, 1926.
[2]) —, Ebenda 7, 171, 1932.
[3]) —, Sci. Proc. Roy. Soc. Dublin 20, 67, 1931.
[4]) — und Poole, H. H., Journ. Marine Biol. Ass. 14, 177, 1926.
[5]) — —, Ebenda 15, 455, 1928.
[6]) — —, Sci. Proc. Roy. Soc. Dublin 19, 321, 1929.
[7]) — —, Nature 25, 305, 1930.
[8]) — —, Journ. Marine Biol. Ass. 16, 509, 1930.
[9]) — —, Ebenda 17, 617, 1931.
[10]) — —, Sci. Proc. Roy. Soc. Dublin 20, 13, 1931.
[11]) — —, Trans. Roy. Soc. London 222, 129, 1933.
[12]) — —, Journ. Marine Biol. Ass. 21, 204, 1934.
[13]) — und Gall, D. C. Ebenda 17, 1017, 1931.
[14]) Beebe, W., „Half a Mile Down". New York 1934.
[15]) Clarke, G. L., Biol. Bulletin 65, 317, 1933.
[16]) — und Oster, H. R., Ebenda 67, 59, 1934.
[17]) — —, Journ. Opt. Soc. Amer. 25, 84, 1935.
[18]) Hulburt, E. O., Ebenda 13, 553, 1926.
[19]) —, Ebenda 22, 408, 1932.
[20]) — und Dawson, H. L., Ebenda 24, 175, 1934.

[21]) Pettersson, H., Medd. Göteborgs Högsk. Ocean. Inst. 1934, Nr. 7.

[22]) —, Ebenda 1934, Nr. 9.

[23]) —, Journ. du Conseil 10, 48, 1935.

[24]) — und Landberg, S., Medd. Göteborgs Högsk. Ocean. Inst. 1934, Nr. 6.

[25]) —, Höglund, H. und Landberg, S., Ebenda 1934, Nr. 10.

[26]) Poole, H. H., Sci. Proc. Roy. Soc. Dublin 18, 99, 1925.

[27]) Poole, J. H. J., Ebenda 19, 17, 1928.

[28]) Sawyer, W. R., Contr. Canad. Biol. 7, Nr. 8, 1931.

[29]) Shelford, V. E., Handb. d. biol. Arbeitsmeth. 9, 1495, 1929.

[30]) —, Publ. Puget Sound Biol. St. 7, 151, 1929.

[31]) — und Kunz, J., Trans. Wisc. Acad. 22, 283, 1926.

[32]) — —, Ecology 10, 298, 1929.

[33]) — und Gail, F. W., Publ. Puget Sound Biol. St. 3, 141, 1922.

[34]) Utterback, C. L., Journ. Opt. Soc. Amer. 23, Nr. 1, 1933.

Der Einfluß des Klimas auf den Wasserhaushalt der Tiere

Von **Wilhelm Kühnelt**, Wien

Zusammenfassung. Es wird versucht, Gesichtspunkte für die Beurteilung des Wasserhaushaltes der Tiere aufzufinden und die einzelnen Typen des Wasserhaushaltes unter besonderer Berücksichtigung des Einflusses des Kleinklimas darzustellen.

Für das Leben der Organismen ist das Wasser zur Erhaltung des Quellungszustandes des Protoplasmas und als universelles Lösungsmittel unentbehrlich, obwohl es nicht als Nährstoff im strengsten Sinne bezeichnet werden kann. Da die Verteilung des Wassers auf der Erdoberfläche sehr ungleichmäßig ist und auch auf kleinstem Raum bedeutende Unterschiede bestehen, kommt ihm eine besondere Bedeutung für die Begrenzung der Verbreitung bestimmter Organisationstypen zu. Dabei ist aber zu berücksichtigen, daß sich die Tiere gegenüber klimatischen Einflüssen meist nicht vollkommen passiv verhalten und sich in verschiedener Weise gegen ungünstige Wasserverhältnisse schützen können. So ist es möglich, daß an derselben Stelle Tiere mit ganz verschiedenem Wasserhaushalt zu leben vermögen. Für die Beurteilung des Wasserhaushaltes ist vor allem wesentlich, daß nur die gesamte Wasserbilanz eines Tieres, also Aufnahme, eventuell Speicherung und Abgabe, einen Einblick in den Verlauf des Wasserumsatzes ermöglicht, daß also die Messung einzelner Größen, wie Transpiration oder Wassergehalt, keine Schlüsse auf den Wasserhaushalt gestattet. Besondere Vorsicht ist bei der Deutung bestimmter morphologischer Merkmale als Regulatoren des Wasserumsatzes notwendig, besonders wenn die Funktion der betreffenden Einrichtungen noch nicht hinreichend bekannt ist. Wenn klimatische Daten zur Charakterisierung der Wasserverhältnisse eines Gebietes herangezogen werden, so ist zu berücksichtigen, ob die untersuchte Tierart der Einwirkung des betreffenden Klimafaktors wirklich dauernd ausgesetzt ist und ob es seine vollständige Aktivität entfaltet oder ob es bei extremen Verhältnissen in einen Ruhezustand verfällt und seinen Stoffwechsel weitgehend herabsetzt.

Die nun folgende Darstellung der unter verschiedenen Klimaverhältnissen möglichen Typen des Wasserhaushaltes kann keinesfalls Anspruch auf Vollständigkeit erheben, da vielfach noch zu wenig sichere Angaben vorliegen; sie soll aber einen Überblick ermöglichen und auf jene Stellen hinweisen, wo künftige Untersuchungen nötig sind, um das Verständnis der oft ziemlich komplizierten Verhältnisse zu ermöglichen.

Der Wasserhaushalt von *Wassertieren* wird dadurch gekennzeichnet, daß Wasser jederzeit im Überfluß vorhanden ist. Da ein großer Teil der Meerestiere eine mit dem Außenmedium nahezu isotonische Körperflüssigkeit besitzt, ergeben sich keinerlei Schwierigkeiten für den Stoffwechsel. Die Isotonie der Meerestiere ist durch einen entsprechenden Salzgehalt bedingt, wovon nur die Haie eine Ausnahme machen, da deren Isotonie ungefähr zur Hälfte durch Salze, zur Hälfte durch Harnstoff verursacht wird. Die Körperflüssigkeit der marinen Knochenfische ist dagegen stark hypotonisch und wird durch regulatorische Mechanismen in diesem Zustand erhalten. Ähnlich liegen die Verhältnisse bei Bewohnern hochkonzentrierter Salzlösungen, z. B. Artemia salina. Dafür, daß die geringe Durchlässigkeit des Integumentes (auch der Kiemen) eine bedeutende Rolle bei der Aufrechterhaltung der Hypotonie spielt, spricht, daß der Salzgehalt bei der Krabbe Pachygrapsus crassipes während der Häutung bedeutend ansteigt und den des umgebenden Wassers mindestens erreicht, während die Hypotonie nach der Häutung wieder hergestellt wird (Baumberger und Olmstedt). Bei den Bewohnern des Süßwassers und Brackwassers ist das Innenmedium hypertonisch gegenüber dem Außenmedium, wodurch ebenfalls regulatorische Mechanismen notwendig werden. Die Hypertonie ist durch entsprechenden Elektrolytgehalt bedingt. Die Einrichtungen zu ihrer Aufrechterhaltung bestehen einerseits darin, daß auf osmotischem Wege eingedrungenes Wasser durch die Exkretionsorgane (pulsierende Vakuole der Protozoen, Nephridien und Nieren der Metazoen) entfernt wird, anderer-

seits, daß die Permeabilität des Integumentes (vermutlich durch Lipoide) vermindert wird. Der höhere Sauerstoffverbrauch vom Brackwasser ins Süßwasser versetzter Tiere spricht ebenfalls für die Notwendigkeit einer „osmotischen Arbeit" zur Aufrechterhaltung der Konzentration der Körpersäfte (S c h l i e p e r). Luftatmende Wassertiere sind insofern begünstigt, als bei ihnen eine undurchlässige Körperdecke genügt, um das Konzentrationsgefälle zwischen Innen- und Außenmedium zu erhalten. (Z. B. Wasserinsekten, Seeschildkröten, Wale.) Besondere Bedeutung erlangt die Undurchlässigkeit der Cuticula bei Bewohnern konzentrierter Salzlösungen (Salinenfliege — Ephydra macellaria) und von Jauche (Schwebfliegenlarven).

Die *Bewohner periodisch austrocknender Gewässer* sind zeitweise der Gefahr des Vertrocknens ausgesetzt, falls sie nicht über entsprechende Schutzeinrichtungen verfügen. Entweder gehen die Tiere bei der Austrocknung des Gewässers zugrunde, und nur ihre mit wenig durchlässiger Schale versehenen Eier überdauern die Trockenzeit (viele Rädertiere, niedere Krebse, der Fisch Cynolebias belotti), oder die erwachsenen Tiere sind imstande, im feuchten Schlamm die Trockenzeit zu verbringen (Mückenlarven, Erbsenmuscheln —Pisidium, Schnecken, der Lungenfisch Protopterus) (C a w s t o n). Unter ähnlichen Verhältnissen leben die im Sand eingegrabenen Meerestiere bei Ebbe. Wieder andere Tiere verlassen das austrocknende Gewässer zu Fuß (Molche) oder fliegend (Schwimmkäfer und Wasserwanzen) und suchen andere Tümpel auf. Die Wanderung geschieht meist bei Nacht, vermutlich wegen der geringen Verdunstungskraft der Luft. In diesem Zusammenhang sei daran erinnert, daß gewisse in Moospolstern und an anderen periodisch feuchten Orten lebende Tiere (Tardigraden, Nematoden, bdelloide Rädertiere) ihre volle Aktivität zwar nur in Gegenwart von flüssigem Wasser entfalten, aber Trockenperioden in vollkommen eingetrocknetem Zustand überdauern, wobei sie in einen als Anabiose bezeichneten Zustand verfallen, wo alle Lebensprozesse so sehr verlangsamt sind, daß man ihren vollständigen Stillstand für möglich hielt (R a h m).

Die Wasserverhältnisse im Bodenschlamm eines seichten Gewässers sind jenen im Schlamm und feuchten Ufersand recht ähnlich, da auch oberhalb des Grundwasserspiegels keine Austrocknungsgefahr besteht, weil dort die Bodenluft immer mit Wasserdampf gesättigt ist. Es ist daher nicht verwunderlich, daß sich hier eine große Anzahl von Tieren (Würmer, Fliegen- und Käferlarven) aufhält und sogar unter günstigeren Sauerstoffverhältnissen lebt, als im Bodenschlamm der Gewässer. (Beim Steigen des Grundwassers verlassen z. B. die Regenwürmer den Boden wegen Sauerstoffmangels.)

Die *im feuchten Sandboden lebenden Tiere* sind von dem Klima der Umgebung vollständig unabhängig, weil die oberste Sandschicht, die sehr bald austrocknet, die tieferen Sandschichten vor Wasserverlusten schützt, so daß die Entwicklung einer derartigen Fauna auch in den Sanddünen der Steppen und Wüsten möglich ist (S a s s u c h i n). Gewisse Käfer verlassen den feuchten Sandboden nur zur Nahrungsaufnahme entweder bei Nacht oder an trüben Tagen. (Phaleria cadaverina. Vielleicht gehören auch Cymindis hierocontica und Denghilta cristallina hierher.) Gemeinsam ist den genannten Formen ein lichtbraunes durchscheinendes Integument, das an Höhlenbewohner erinnert.

An die Fauna des feuchten Sandes schließen sich die *dauernd in der Erde lebenden Tiere* an, die aber mitunter gezwungen sind, die trockenen oberen Bodenschichten zu verlassen, weil infolge der gegenüber dem Sand geringeren Korngröße Wasser aus tieferen Schichten kapillar aufgesaugt wird und an der Oberfläche verdunstet. Es sammelt sich daher die Bodenfauna bei trockenem Klima an Stellen an, wo genügende Feuchtigkeit vorhanden ist, um die Bodenluft mit Wasserdampf gesättigt zu erhalten. (Z. B. oberhalb des Grundwasserspiegels, im Quellenniveau, in der Umgebung wasserreicher Zwiebeln, Knollen und Wurzeln. Z. B. die terricolen Blindkäfer und Schnecken wie Caeciloides acicula.) Vielleicht beruht die „Petrophilie" vieler bodenbewohnender Tiere auf ihrer Bindung an ständig feuchten Boden. Gewisse Bodentiere leben hauptsächlich in Gesteinsspalten, von wo sie gelegentlich in größere Höhlen eindringen (Höhlenkäfer und -schnecken). Hinsichtlich ihres Wasserhaushaltes lassen sich zahlreiche Formen, die sich entweder im Laub oder unter Steinen (viele Spinnen, Insekten, Mollusken) oder in selbst hergestellten Bauten (Ameisen, Termiten) aufhalten, an die dauernd im Boden lebenden Tiere anschließen. Bezeichnend ist z. B., daß die Termiten nur zu Zeiten geringer Verdunstung (bei Nacht) ihre Gänge verlassen und zu Objekten, die sie ständig besuchen, Galerien aus Erde bauen (Verdunstungsschutz!).

Unter den erwähnten Gesichtspunkten sind auch die Wasserverhältnisse bei Tieren verständlich, die sich im Innern von lebenden Pflanzenteilen aufhalten. (Selbstverständlich gehören auch die Endoparasiten von Tieren hierher.) Allen bisher betrachteten Tieren ist gemeinsam, daß sie sich dauernd in Räumen mit 100 % Luftfeuchtigkeit aufhalten, daß ihnen also durch Verdunstung unter normalen Verhältnissen kein Wasser entzogen wird. Die geringe Gewichtsabnahme, die Engerlinge und Schnecken (Zonites verticillus) im

dunstgesättigten Raum erfahren, möchte ich mit dem Stoffwechsel in Zusammenhang bringen und nicht annehmen, daß die Tiere auch unter diesen Bedingungen meßbare Wassermengen abgeben. Sie verfügen auch über keinerlei Einrichtungen, die die Verdunstung herabsetzen können und verhalten sich, wenn sie trockener Luft ausgesetzt werden, wie ein lebloser feuchter Körper. Bemerkenswert ist auch, daß bei vielen Tieren dieser Gruppe die Haut ständig feucht, also benetzbar ist. Infolge des Aufenthaltes in dunstgesättigten Räumen sind diese Tiere auch nicht in der Lage, durch Abgabe von Wasser ihre Körpertemperatur zu regulieren, sie gehen also leicht durch Überhitzung zugrunde (z. B. Borkenkäferlarven, Schimitschek).

Wesentlich anders als bei den an dunstgesättigte Räume gebundenen Tieren verläuft der Wasserhaushalt bei jenen *Formen, die zeitweise oder dauernd der freien Luft ausgesetzt sind,* somit durch Verdunstung Wasser verlieren. Innerhalb dieser eigentlichen „Lufttiere“ lassen sich zwei Hauptgruppen unterscheiden: solche, die jederzeit in der Lage sind, ihre Wasservorräte zu ergänzen und solche, denen Wasser nur zeitweise zur Verfügung steht.

Zu der ersten Gruppe gehört die Hauptmasse aller frei lebenden Tiere *in Gebieten mit gemäßigtem Klima,* wobei selbstverständlich die Fähigkeit, der Austrocknung zu widerstehen, recht verschieden ist. Diese Eigenschaft bedingt ja auch großenteils die Verteilung der Tiere innerhalb eines bestimmten Gebietes. Dabei ist zu berücksichtigen, daß die stärksten Unterschiede der Verdunstung nicht zwischen „feuchten“ und „trockenen“, sondern zwischen schattigen und sonnigen Stellen bestehen (Walter).

Die Einrichtungen, die den Tieren das Leben an relativ trockener Luft ermöglichen, können sehr verschiedenartig sein. Tiere, die die Transpiration nicht willkürlich herabsetzen können, suchen Stellen mit hoher Luftfeuchtigkeit auf, sie graben sich entweder in Sand (viele Käfer, Amphibien, z. B. Pelobates, Ceratophrys) oder Erde (Nachtschnecken und die Gehäuseschnecken, Chondrula tridens und Bulimus obscurus) ein, oder sie ziehen sich unter Steine und Laub zurück, sobald die Verdunstung zu sehr ansteigt. In ausgesprochenen Trockenzeiten werden diese Schlupfwinkel oft nur bei Nacht verlassen. Andere Tiere haben zwar keine Einrichtungen zur Herabsetzung der Transpiration, solange sie in voller Tätigkeit sind, können aber der Austrocknung dadurch widerstehen, daß sie sich in ein Gehäuse zurückziehen und dieses so verschließen, daß die Verdunstung weitgehend herabgesetzt wird. (Landschnecken, sacktragende Insektenlarven.) Wieder andere Formen besitzen eine ausgesprochene Transpirationsregulation, indem die Zugänge zu Stellen starker Wasserabgabe (Tracheensystem der Insekten, Lunge der Schnecken) verkleinert oder ganz verschlossen werden (Wit). Besitzt die Luft in der Umgebung solcher Tiere ein bedeutendes Sättigungsdefizit, so ist die Wasserabgabe anfangs groß, nimmt aber dann mehr oder weniger plötzlich ab, wodurch ein Knick in der Verdunstungskurve auftritt (Koidsumi). Die Änderung der Transpirationsgröße bezeichnet die Stelle, an der die Regulation (meist Verschluß der Stigmen) einsetzt. Besteht aber die Gefahr einer Überhitzung, so wird durch gesteigerte Transpiration (Schweißabgabe, Offenhalten der Stigmen) die Körpertemperatur herabgesetzt (z. B. viele Säugetiere, Orthopteren, z. B. Periplaneta).

In Gebieten mit längeren Trockenperioden oder dauernder Wasserarmut (Steppen, Wüsten) werden bedeutend höhere Anforderungen an die Regulationsfähigkeit der Tiere gestellt, und hier finden sich auch die extremen Anpassungsformen an ungünstige Wasserverhältnisse. Dabei lassen sich zwei ganz verschiedene Wege feststellen, auf denen die Anpassung an Wassermangel erreicht wurde. Entweder nimmt das Tier in der kurzen Zeit, wo flüssiges Wasser zur Verfügung steht, große Mengen davon auf und gibt es in den Trockenperioden nur sehr langsam wieder ab oder es ist imstande, sich unter allen Verhältnissen ausreichende Wassermengen zu verschaffen. Die Vertreter der ersten Gruppe sind dadurch gekennzeichnet, daß bei ihnen die Einrichtungen zur Herabsetzung der Transpiration ihre höchste Entwicklung erreichen. Hierher gehören vor allem die Landschnecken der Steppen und Wüsten. Diese Tiere sind zwar nur zu Zeiten relativ hoher Feuchtigkeit zu aktivem Leben befähigt, können aber vollständig freiliegend lange Trockenperioden überdauern. Ihre dicke, kalkige Schale ist für Wasser praktisch undurchlässig, und die in vielen Fällen verengte Mündung wird durch mehrere hintereinanderliegende verkalkte Schutzhäute verschlossen. In diesem Zustand können manche Arten (z. B. Helix lactea) mehrere Jahre aushalten. Allerdings ist bei Eintritt feuchter Witterung die Wasseraufnahme sehr groß. So nahm eine Macularia vermiculata, die elf Monate an trockener Luft gelegen war, in zwölf Stunden an Wasser über 60 % ihres gesamten Körpergewichtes samt Schale auf. Dazu ist zu bemerken, daß die Erhöhung der Luftfeuchtigkeit auf die eingedeckelten Schnecken als Reiz wirkt, der sie veranlaßt, das Wasser aktiv aufzusuchen. Schnecken sind, wie schon lange bekannt, nicht imstande, Wasserdampf aus der Luft aufzunehmen (Künkel). Die Speicherung des aufgenommenen Wassers erfolgt in der Haut mit ihren zahlreichen Drüsen, während innere Organe, z. B. die Niere, keine beträchtlichen

Schwankungen des Wassergehaltes erleiden, der immer relativ gering bleibt, so daß die Exkrete in Form von kristallisierter Harnsäure abgegeben werden. Eine besondere Gruppe bilden solche Schnecken, die sich dauernd an südexponierten, der vollen Sonnenstrahlung ausgesetzten Felswänden aufhalten, was bei ihrer meist geringen Größe besonders auffällig ist (z. B. Chondrina avenacea, Auritus-Arten, Campylaea coerulans). Die letztgenannte Art gibt selbst im Exsiccator im Laufe mehrerer Wochen nur außerordentlich wenig Wasser ab. Ihrem Verhalten nach schließen sich hier gewisse Cocciden (Margarodes vitium) an, die bis zu 17 Jahren in lufttrockenem Sande liegen können und sich bei Befeuchtung sofort weiterentwickeln (Ferris, zitiert nach Buxton).

Weniger passiv verhalten sich gewisse Insekten, hauptsächlich Käfer, deren Stigmen in den subelytralen Luftraum einmünden und deren Integument für Wasser undurchlässig ist (Kühnelt). Die Wasservorräte beschaffen sich diese Tiere durch Fressen hygroskopischer oder mit Tau benetzter Pflanzenteile. Die Wasserabgabe solcher Käfer ist auch bei großem Sättigungsdefizit der Luft ziemlich gering (z. B. bei Pimelia, Gnaptor, Adesmia). Doch ziehen sich die Käfer bei allzu großer Trockenheit an feuchtere Stellen zurück, indem sie sich z. B. im Sand eingraben oder Felsspalten aufsuchen. Den erwähnten Formen ist auch die Fähigkeit gemeinsam, bei trockener Luft lange Hungerperioden zu überdauern. Über die Wirkungsweise anderer, als Verdunstungsschutz angesehener Einrichtungen, wie kleine Stigmen, Reusenbildung, Vorbauten, fehlen bisher experimentelle Untersuchungen (vgl. Bergold).

Den bisher genannten Tieren war das zeitweise Vorhandensein flüssigen Wassers unerläßliche Lebensbedingung, während sich eine Anzahl von Formen das Wasser aus lufttrockenen organischen Stoffen beschaffen kann. Hier sind besonders die Larven bestimmter Insekten zu nennen, wie Mehlwurm, Kleidermotte, Anthrenus- und Dermesteslarven. Diese Tiere beschaffen sich das Wasser entweder durch Fressen großer Futtermengen, die nicht ordentlich verdaut werden, denen aber fast alles Wasser entzogen wird (beim Mehlwurm werden unter solchen Bedingungen 80 % der aufgenommenen Nahrung unverdaut wieder abgegeben). Für diese Art der Wasserbeschaffung sind hohe osmotische Werte der Körperflüssigkeit notwendig (Munkelt). Andererseits kann durch Oxydation von Nahrungsstoffen Wasser gewonnen werden. So liefern 100 g Fett 107.1 g H_2O, 100 g Stärke 55.5 g H_2O, 100 g Eiweiß 81.3 g H_2O (Parnas). Hieraus ergibt sich der besondere Wert des Fettes als Wasserspeicher für Wüstentiere. Aber auch gegen starke Wasserabgabe sind die genannten Insektenlarven weitgehend geschützt. So kann ein Mehlwurm über konzentrierter Schwefelsäure 210 Tage ohne Nahrung leben (Buxton). Ebenso können Mottenlarven im Exsiccator von einer Nahrung mit 5 bis 10 % Wassergehalt dauernd leben und besitzen dabei selbst einen Wassergehalt von 50 bis 80 % (Babcock). Sehr eigentümlich sind die an hungernden Tieren der genannten Arten auftretenden Gewichtszunahmen. So erhöhte ein Mehlwurm bei 90 % relativer Luftfeuchtigkeit und 30° in 23 Tagen seinen Wassergehalt um 8 %. Buxton denkt in diesem Fall an Wasseraufnahme aus der umgebenden Luft. Koidsumi, der ähnliche Beobachtungen an Dermesteslarven und Lepisma machen konnte, berichtet, daß die Gewichtszunahmen hauptsächlich bei trockener Luft erfolgen und möchte Wasseraufnahme aus der Luft ausschließen. Er denkt vielmehr an schubweise Verbrennung größerer Reservestoffmengen und dadurch bedingte Gewichtszunahme. Erwähnt sei noch, daß die genannten Tiere ihre Exkrete in Form von kristallinischer Harnsäure abgeben. Sehr eigentümlich ist, daß manche dieser extrem xerophilen Insektenlarven durch große Feuchtigkeit schwer geschädigt werden (z. B. Anthrenus).

In vieler Hinsicht ähnlich verläuft der Wasserhaushalt von gewissen Wüstensäugetieren, z. B. den Nagetieren Dipodomys und Perognathus. Diese Formen können jahrelang ohne flüssiges Wasser leben. So konnte ein Stück von Perognathus flavescens drei Jahre lang bei Ernährung mit reiner trockener Gerste leben (Howell und Gersh). Die Wassergewinnung dürfte hier hauptsächlich durch Verbrennung der Nahrungsstoffe erfolgen. Übermäßige Wasserabgabe wird einerseits durch den Aufenthalt in Erdhöhlen, andererseits durch das fast vollständige Fehlen von Schweißdrüsen verhindert. Auch der Harn wird in sehr dickflüssigem Zustande abgegeben und die Exkremente werden zur Zurückgewinnung von Wasser aufgefressen.

Einen sehr merkwürdigen Typus des Wasserhaushaltes haben die Heuschrecken (besonders die Acridiiden). Manche Formen können zwar in ziemlich feuchter Umgebung leben, doch kommt ihre Hauptmasse erst in ausgesprochenen Trockengebieten zur Entfaltung. Sie sind ebenfalls nicht an das Vorhandensein flüssigen Wassers gebunden, sondern verschaffen sich das Wasser ausschließlich aus ihrer Nahrung. Dabei fehlen ihnen Einrichtungen zur Herabsetzung der Verdunstung, und in trockenen Räumen geben sie sehr viel Wasser ab und vertrocknen in wenigen Tagen. Dabei kann bis zu einem Drittel der gesamten durch Transpiration abgegebenen Wassermenge durch die Haut austreten (Koidsumi). Es beteiligt sich nicht das ganze Integument an der „cuticulären Transpiration", sondern diese ist auf einzelne Körperstellen, wie Scheitel, Hinterhaupt,

Pronotum, Scutellum und die Intersegmentalhäute beschränkt. Hier sei auch daran erinnert, daß R e g e n besonders am Scheitel und Pronotum von Larven und Imagines von Thamnotrizon apterum zahlreiche wasserhelle sauer reagierende Tröpfchen fand. Über den Bau der wasserdurchlässigen Stellen der Cuticula ist noch nichts bekannt.

Unter gewöhnlichen Bedingungen schützen sich die Heuschrecken sogar durch starke Transpiration vor Überhitzung. Diese Wasserverschwendung wird ihnen dadurch ermöglicht, daß sie sich selbst aus sehr trockener pflanzlicher Nahrung Wasser beschaffen können. An warmen trockenen Stellen kann man, sobald das Sättigungsdefizit der Luft bedeutend ansteigt, beobachten, wie die Acridiiden (z. B. Calliptamus italicus und Oedipoda coerulescens) alle nur überhaupt erreichbaren Pflanzenteile zu fressen beginnen. Es werden sehr große Nahrungsmengen aufgenommen und viel unverdaut, aber wasserarm, wieder abgegeben. Es dürften die erwähnten Heuschrecken nach einigen orientierenden Messungen über ziemlich hohe osmotische Werte ihrer Körperflüssigkeit verfügen. Das beschriebene Verhalten gibt auch die Erklärung, warum hungernde Heuschrecken Trockenheit nur sehr kurze Zeit vertragen (Lebensdauer maximal vier Tage) (B o d e n h e i m e r). Der Wasserhaushalt der fleischfressenden Locustiden hat insofern eine Ähnlichkeit mit dem der Acridiiden, als auch hier Einrichtungen zur Herabsetzung der Verdunstung fehlen, während die Wasserbeschaffung dadurch erleichtert ist, daß sich die Locustiden meist von den wasserreichen Acridiiden ernähren. Überhaupt sind viele Bewohner von Trockengebieten (z. B. Eidechsen) hauptsächlich auf Heuschreckennahrung angewiesen. Es sind somit die Heuschrecken durch ihren eigentümlichen Wasserhaushalt befähigt, auch in ausgesprochenen Trockengebieten ohne Herabsetzung ihrer Aktivität zu leben und besitzen so den extremsten Typus des Wasserhaushaltes im Tierreich.

Wie die vorstehende Übersicht zeigt, läßt sich zwar schon in großen Zügen ein Bild von den verschiedenen Typen des tierischen Wasserhaushaltes entwerfen, doch fehlen noch an zahlreichen Stellen exakte Untersuchungen, die einen Einblick in die mit dem Wasserhaushalt in engster Beziehung stehenden Stoffwechselverhältnisse gewähren könnten. Besonders sei darauf hingewiesen, daß unsere Kenntnisse vom Wasserzustand („Hydratur", W a l t e r) der Tiere noch äußerst mangelhaft sind und daß sorgfältige Bestimmungen des osmotischen Wertes unter verschiedenen Außenbedingungen sehr wichtig wären. Unter diesem Gesichtspunkt dürfte sich auch die Frage der Bindung an salzreiche Böden (Halophilie) mit Aussicht auf Erfolg bearbeiten lassen.

Verzeichnis der benutzten Literatur

B a b c o c k, Exp. Station Wisconsin Res. Bull. 1912, S. 181.

B a u m b e r g e r, J. P. und O l m s t e d, J. M. D., Changes in the osmotic pressure and water content of crabe during the molt cycle. Physiol. Zool. **1**, 531, 1928.

B e r g o l d, G., Die Ausbildung der Stigmen bei Coleopteren verschiedener Biotope. Zeitschr. f. Morph. u. Ökol. **29**, 511, 1935.

B o d e n h e i m e r, F. S., Über Luftfeuchtigkeit der Umgebung, Gewichtsverlust und Lebensdauer. Zool. Anz. **98**, 313, 1932.

B u x t o n, P. A., Terrestrial Insects and the Humidity of the environment. Biol. Rev. Cambridge **7**, 275, 1932. (Sehr vollständiges Literaturverzeichnis!)

— Evaporation from the Meal-worm (Tenebrio) and atmospheric humidity. Proc. Roy. Soc. London (B) **106**, 560, 1930.

C a w s t o n, F. G., Climatic changes and their effect on fresh-water mollusca. S.-A. Trans. Roy. Soc. **22**, 81, 1934.

H o w e l l, A. B. und G e r s h, I., Conservation of water by the rodent Dipodomys. Journ. of Mammalogy **16**, 1, 1935, Nr. 1.

K o i d s u m i, K., Experimentelle Studien über die Transpiration und den Wärmehaushalt bei Insekten. Mem. of the Fac. of Sci. and Agricult. Taishoku Imp. Univ. **12**, 3, 1934/35, Nr. 1; Entomology Nr. 5. (Viele Literaturangaben!)

K ü h n e l t, W., Die Bedeutung des Klimas für die Tierwelt. Bioklim. Beibl. 1934, Heft **3**, S. 120.

K ü n k e l, K., Zur Biologie der Lungenschnecken. Heidelberg 1916.

M u n k e l t, W., Tierische Saugkräfte und ihre phytopathologische Bedeutung. Fortschr. d. Landwirtsch. Wien **10**, 571, 1926.

P a r n a s, J. K., Allgemeines und Vergleichendes des Wasserhaushaltes. In: B e t h e, B e r g m a n n, E m b d e n, E l l i n g e r, Handb. d. norm. u. pathol. Physiol. **17**, 138, 1926, Correlationen 3.

R a m m, G. P., Die Trockenstarre (Anabiose) der Moostierwelt, ihr Verlauf, ihre Bedeutung und ihr Unterschied von der Cystenbildung. Biol. Zentralbl. **46**, 452, 1926.

R e g e n, J., Die Entwicklungsdauer des abgelegten Eies von Thamnotrizon apterus. Fb. Zool. Anz. **83**, 313, 1929.

S a s s u c h i n, D., Lebensbedingungen der Mikrofauna in Sandanschwemmungen der Flüsse und im Triebsand der Wüsten. Arch. Hydrobiol. **22**, 369, 1930.

S c h i m i t s c h e k, E., Forstentomologische Untersuchungen aus dem Gebiete von Lunz I. Zeitschr. f. angew. Entomol. **18**, 460, 1931.

S c h l i e p e r, C., Die Osmoregulation wasserlebender Tiere. Biol. Rev. **5**, 34, 1930.

W a l t e r, H., Verdunstungsmessungen auf kleinstem Raume in verschiedenen Pflanzengesellschaften. Jahrb. f. wiss. Bot. **68**, 233, 1928.

W i t, F., Über den Einfluß der Luftfeuchtigkeit auf die Größe der Atemöffnung bei Landpulmonaten. Zeitschr. f. vergl. Physiol. **18**, 116, 1932.

Feldkultur und Klima, bewertet nach den Methoden der komplexen Klimatologie

Von E. E. Fedorov, Moskau

Zusammenfassung. Die Hauptmethode besteht in der Bestimmung der relativen Bewertung des Klimas von Monaten oder Teilen davon (als Wettergesamtheit) in bezug auf die Kultivierung einer Feldpflanze. Als charakteristisches Maß werden die Summen der Häufigkeiten der Gruppen von Wettertypen angegeben, wobei die Gruppen zu verschiedenen Kategorien der Begünstigung des Ernteertrages bzw. der Entwicklungsdauer gehören. Die andere Methode besteht in der Berechnung der Daten der Entwicklungsphasen der Vegetation; daraus läßt sich die Entwicklungsmöglichkeit der Vegetation erschließen.

In den Bioklimatischen Beiblättern, Heft 4, 1934, ist mein Aufsatz über die Methode der Bestimmung der Beziehungen des Ernteertrages und der Entwicklungsdauer einer Feldpflanze zu den klimatischen Wettertypen im Laufe ihrer Vegetation erschienen. Im vorliegenden Artikel ist beabsichtigt, die Methoden der Anwendung der auf diesem Wege erhaltenen Resultate zur Bestimmung des Grades der klimatischen Begünstigung (einzelner Ortslagen) darzustellen. Das Klima wird hierbei entsprechend der in der komplexen Klimatologie üblichen Bestimmung als Wettergesamtheit betrachtet [1]). Der Grad der Begünstigung muß somit auf Grund der Begünstigung eines jeden einzelnen Wetters angegeben werden, das durch einen klimatischen Typus vertreten ist. Die Bestimmungen der Bedeutung eines jeden Typus erhält man, wie aus dem obigen Artikel hervorgeht, aus den Beobachtungen, die auf irgendeiner landwirtschaftlichen Versuchsstation gemacht werden, auf Grund deren eine Gegenüberstellung von Ernteertrag oder Pflanzenentwicklung und Wetter ermöglicht wird. Die dabei erzielten Resultate können aber auch zur Bestimmung der Beziehungen des Klimas an anderen Orten verwendet werden, von denen nur meteorologische Beobachtungen vorliegen (und zwar für mehrere klimatische Elemente).

Die Bedeutung jedes einzelnen Wettertypus wird dabei für jede einzelne Phase der Pflanzenentwicklung angegeben in Anbetracht dessen, daß die Pflanze in verschiedenen Perioden ihrer Entwicklung sehr verschieden auf das Wetter reagiert. Bei der Bewertung des Klimas müssen wir dementsprechend die Resultate nach der Charakteristik der Beziehungen einzelner Typen in einem bestimmten Stadium für den Monat suchen, auf welchen diese Periode in dem betreffenden Gebiet fällt.

Um nun möglichst bequem an die Lösung der Frage bezüglich der Bewertung des Klimas gehen zu können, ist es notwendig, sämtliche Wettertypen auf Grund der „charakteristischen Zahlen" (siehe denselben zitierten Aufsatz) in weniger zahlreiche Gruppen (Kategorien) zusammenzubringen. Selbstverständlich wird eine Teilung nach Kategorien für den Ernteertrag und für die Dauer der Entwicklungsphasen einzeln gemacht, da die Verteilung der charakteristischen Zahlen überhaupt weit davon entfernt ist, eine vollständige Übereinstimmung zu erlangen, zuweilen aber auch gar keine Übereinstimmung zeigt. Für gewöhnlich teilten wir nach dem Ernteertrage in sieben Kategorien und nach der Dauer der Entwicklungsphasen in sechs Kategorien [2]). Wir geben zuerst ein kleines Beispiel der Resultate nach der Methode, die wir im vorliegenden Aufsatz erklären wollen. Es bezieht sich auf den Beginn des Aufblühens des Roggens nach der Ährenbildung. Auf Grund eines speziellen Studiums mit Hilfe einer langen Reihe phänologischer Beobachtungen (33 Jahre) aus der Gegend südlich von Moskau wurde die Beziehung zwischen *der Dauer* dieser Phase der Entwicklung des Roggens zu einer jeden nicht sehr selten beobachteten Wettertype [3]) festgestellt. Sodann wurden die Wettertypen in fünf Kategorien nach dem Grade der Begünstigung des Beginnens des Aufblühens eingeteilt.

In Tabelle 1 sind die Resultate gegeben, die bestimmt sind, die Bedeutung des Klimas in den drei Ortschaften für Mai und Juni einzeln zu charakterisieren [4]).

Die Zahlen in der Tabelle stellen die Summen der Häufigkeiten für alle Typen dar, welche zu einer gewissen Kategorie aus den überhaupt auf der betreffenden Station beobachteten Typen gerechnet werden. Man erhält sie für jede einzelne Station auf Grund der allgemeinen klimatologischen Tabellen. Derartige Tabellen stellen eigentlich, wie aus unseren früheren Arbeiten bekannt, eine Aufzählung der in einer bestimmten Ortschaft im bestimmten Monat des Jahres beobachteten Wettertypen mit Angabe der Häufigkeit für eine jede derselben [5]) dar. Die Wettertypen, welche sich auf die eine Kategorie für Roggen beziehen, werden zusammengenommen und ihre

[1]) Siehe Literatur in dem anfangs zitierten Aufsatz.

[2]) In den ersten Arbeiten teilten wir in fünf Kategorien ein.

[3]) Aus den Untersuchungen siehe Beiblätter, Heft 4, 1934. Literatur Nr. 10, 11, 12.

[4]) Ebenda, Literatur Nr. 5.

[5]) Siehe z. B. Artikel, die gleichfalls in den Biokl. Beibl. 1934 im Verzeichnis der Literatur unter Nr. 2 bis 7 genannt sind.

Häufigkeiten addiert. Das Resultat dieser einfachen Operation stellt die Zahlen dar, welche die Tabelle 1 enthält. Im vorliegenden Falle ist die Kategorienanzahl fünf [6]). Die Kategorien sind in der Tabelle selbst kurz charakterisiert. Die Häufigkeiten beziehen sich sowohl in den klimatologischen Tabellen als auch in der Tabelle 1 auf 10 Jahre. Typen, welche seltener als einmal pro 10 Jahre vorkommen, sind nicht aufgeführt. Deshalb ist auch die Gesamtsumme der Häufigkeiten kleiner als 310 und 300.

Tabelle 1. Summen der Häufigkeiten für Kategorien der Typen verschiedener Dauer des Verlaufes des Stadiums Ährenbildung—Aufblühen des Roggens

Ortsbezeichnung:	Pawlowsk	Petrowsko-Rasumowskoje	Ujutnoje
Nördliche Breite:	59° 41	55° 50	52° 4
Östliche Länge:	30° 29	37° 33	35° 5
	Mai		
1. Stark beschleunigend	—	11	9
2. Beschleunigend . . .	18	25	29
3. Mittlere	61	101	145
4. Verlangsamend . . .	209	145	117
5. Aufhaltend	5	6	2
	Juni		
1. Stark beschleunigend	4	15	20
2. Beschleunigend . . .	45	64	69
3. Mittlere	147	147	172
4. Verlangsamend . . .	88	52	24
5. Aufhaltend	—	—	—

Die Ortschaften Pawlowsk (bei Leningrad), Petrowsko-Rasumowskoje (bei Moskau) und Ujutnoje (im Norden der Ukraine) liegen unter verschiedenen Breitengraden im westlichen Teil der USSR. Die Entwicklungsstufe von der Ährenbildung des Roggens bis zu seinem Aufblühen fällt an diesen Orten auf Mai und Juni, weshalb auch diese beiden Monate angegeben sind. Außerdem war beabsichtigt, für verschiedene Monate den Unterschied in bezug auf die Pflanzenentwicklung zu geben.

Die Tabelle zeigt deutlich den Unterschied zwischen den verschiedenen Stationen zugunsten der südlicheren. Dieser hängt nicht nur von der Breitenlage der Stationen ab, sondern auch von der Tatsache, daß die nördlicher gelegenen Stationen den nördlichen Meeren näherliegen und daher in den ersten Sommermonaten noch tiefere Temperaturen haben, als die mehr zentralen Teile des Kontinents. Man könnte denken, daß die Geschwindigkeit der Entwicklung fast nur von der Temperaturhöhe bestimmt wird. Doch dem ist nicht so. Vorerst ist bei den Wettertypen mit der allerhöchsten Temperatur (es sind hauptsächlich auch die trockneren Typen) die Entwicklung etwas schwächer als bei den nur warmen Typen. Aus diesem Grunde sehen wir auch keine große Bevorzugung von Ujutnoje mit seinen wesentlich höheren Temperaturen vor Petrowskoje-Rasumowskoje in den Kategorien 1 und 2. Doch spielt außerdem auch die Bewölkung und in gewissem, nicht hohem Grade auch der Wind eine Rolle.

Ferner zeigt Tabelle 2 das Verhältnis des Klimas verschiedener Ortschaften im sogenannten „neuen Baumwollrayon" der USSR (Krim, nördlicher Kaukasus, Delta der Wolga), zur Möglichkeit, in denselben Baumwolle zu kultivieren [7]). Die Tabelle stellt die Verteilung der Häufigkeiten in Beziehung zur Dauer des Entwicklungsprozesses der Baumwolle (Sorte Turkestan Nr. 182 [8]) in sieben Kategorien dar, wobei in jedem Monat das Studium des Entwicklungsprozesses der Baumwolle notiert ist, welches die Pflanze in diesem Monat hauptsächlich durchmacht [9]). Wir begnügen uns nur mit fünf Stadien, durch welche hauptsächlich der Vegetationsprozeß bestimmt wird. Die Wettertypenverteilung ist nach den Kategorien der Begünstigung auf Grund der Untersuchung der Beziehungen

[6]) Die Untersuchung, auf Grund deren Tabelle 1 zusammengestellt wurde, ist die erste in der Reihe dieser Untersuchungen. Die Kategorienzahl ist geringer als üblich.

[7]) Die Tabelle stellt eine Auslese aus dem Artikel dar, welcher in den Beiblättern, Heft 4, 1934 unter Nr. 7 angeführt ist.

[8]) Die Beschleunigung der Entwicklung der Baumwolle bestimmt in den nördlichen Gebieten, wie es die neuen Baumwollrayons sind, die Ernteerträge.

[9]) Selbstverständlich fallen die Stadien der Entwicklung bei weitem nicht so genau mit einem Monat zusammen und sind auch in verschiedenen Rayons nicht zu gleicher Zeit.

Tabelle 2. Häufigkeiten der Wettertypen verschiedener Kategorien (I, II, III, IV, V, VI, VII) nach der Dauer der Entwicklungsprozesse der Baumwolle

	Mai							Juni				
	I	II	III	IV	V	VI	VII	I-II	III	IV	V	VI
Sebastopol . . .	—	—	59	169	65	11	—	47	175	54	15	1
Simferopol . . .	7	3	104	124	38	34	—	71	149	45	25	10
Kutchuk-Totaikoi	2	1	53	141	49	48	3	17	139	92	40	2
Temriuk	4	1	112	129	57	7	—	96	146	48	10	—
Krasnodar. . . .	23	2	110	97	56	21	1	119	97	67	16	1
Kislar.	11	—	144	108	44	3	—	120	118	50	12	—
Astrachan. . . .	27	2	148	94	23	8	—	181	81	30	3	—
Akhtuba	31	12	116	87	42	10	—	163	79	48	3	—
Taschkent. . . .	72	24	113	62	29	8	—	240	40	17	2	—
Giza (Ägypten) .	89	75	137	3	—	—	—	285	9	1	—	—

	Juli						August						September						
	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI	VII
Sebastopol . . .	147	19	117	21	1	—	128	—	156	25	—	—	16	-	145	94	35	5	—
Simferopol . . .	72	59	135	41	3	—	54	19	164	55	18	—	22	—	132	101	24	21	—
Kutchuk-Totaikoi	16	59	156	58	13	—	16	39	172	60	9	1	5	1	62	120	41	53	6
Temriuk	207	3	69	31	—	—	147	3	119	37	4	—	14	18	159	78	28	3	—
Krasnodar. . . .	131	50	83	41	5	—	108	58	109	32	2	—	50	2	125	77	29	15	2
Kislar.	144	57	88	21	—	—	179	26	66	36	3	—	25	3	127	82	58	5	—
Astrachan. . . .	233	24	42	9	—	—	186	6	98	18	—	—	25	—	109	112	33	15	—
Akhtuba	133	88	56	19	3	—	91	76	104	26	3	—	24	10	69	104	68	13	2
Taschkent. . . .	105	181	17	5	—	—	61	195	52	—	—	—	51	13	146	67	5	16	—
Giza (Ägypten) .	157	153	—	—	—	—	237	73	—	—	—	—	252	2	41	—	—	—	—

der Typen nach den Beobachtungen in Turkestan (Kos=su) und Transkaukasien (Gandsha) (siehe Bei= blätter, Heft 4, 1934)[10]) durchgeführt worden. Die Klimate dieser Ortschaften unterscheiden sich wesentlich von den Klimaten des neuen Baum= wollrayons, doch sind viele Wettertypen beiden gemein. Über die Bedeutung der relativ wenigen übrigen Typen für die Baumwolle, welche in diesen Ortschaften nicht vertreten sind, ließ sich nach der allgemeinen Konzeption der Beziehungen zum Wetter urteilen. In Anbetracht der Beständigkeit der Beziehungen der Baumwolle zu den Wetter= typen konnte man die Typenbedeutung, welche für die beiden genannten Orte festgestellt wurde, auch für das davon wesentlich verschiedene Klima der neuen Baumwollerayons als gültig annehmen.

Zum Vergleich sind in der Tabelle noch zwei Ortschaften, Taschkent und Giza (Ägypten), hinzu= gefügt, wo die Baumwolle schon seit langem kulti= viert wird. Der Vergleich der Ortschaften des „neuen Baumwollrayons" mit diesen beiden zeigt uns, inwiefern in den beiden für die neuen Rayons maßgebenden Monaten Mai und September die alten Rayons, besonders Ägypten, höher stehen[11]).

Unter den Ortschaften, die in der Tabelle an= geführt sind, treten zwei dadurch hervor, daß dort auch Wettertypen der 7. Kategorie (mit Frost) vor= kommen. Diese beiden Ortschaften Kutchuk=To= taikoi und Akhtuba sind aber doch, und zwar zum Vergleich mit den benachbarten Ortschaften in die Tabelle aufgenommen worden. Kutchuk=To= taikoi liegt 8 km von Simferopol entfernt; aber im Gebirge, 100 m höher. Ahtuba befindet sich 200 km nördlich von Astrachan, also nicht so nahe dem Kaspischen Meer wie letzteres.

Bei der Betrachtung der Tabelle lassen sich ver= schiedene charakteristische Ortschaften in Bezie= hung zur Baumwollepflanzung merken. Es zeigt sich ganz deutlich die Nähe zum Meer. Im Mai treten Astrachan und Akhtuba, die östlicheren von den Stationen des neuen Rayons und daher auch die kontinentaleren, durch die größere Begünstigung im Vergleich zu Sebastopol und Simferopol hervor, die am westlichsten gelegen sind. Im September geben umgekehrt im allgemeinen die ersten den zweiten nach. Eine große Differenz läßt sich sogar unter den naheliegenden Stationen, welche aber in ver= schiedener Entfernung von Meer liegen, beob= achten, so zwischen Sebastopol und Simferopol, zwischen Temriuk und Krasnodar, zwischen Astrachan und Akhtuba. Von den weiter vom Meer entfernten Orten sind am stärksten die äußeren Kategorien vertreten. Unter den charakteristischen Eigenheiten ist besonders interessant, daß im Juli und teils im August Astrachan bedeutend mehr Fälle der höchsten begünstigenden Typen aufweist, als Taschkent und Giza, was dadurch bedingt ist, daß die Baumwolle, wenn sie auch eine wärme= liebende und in bezug auf die Trockenheit aus= dauernde Pflanze ist, dennoch mit ihrem Entwick= lungsprozeß bei zu sehr heißen und trockenen Wettertypen zurückhält, welche Typen öfter in Turkestan und Ägypten und verhältnismäßig sel= tener in Astrachan vorkommen.

Weiter wollen wir am Beispiel des Weizens die Charakteristik des Klimas und seine Beziehung zu= gleich zur Dauer der Entwicklung und zum Ernte= ertrag zeigen. In der folgenden Tabelle 3 geben wir die Charakteristik für einige Ortschaften des Süd= ostens des europäischen Teils der USSR. Die Be= ziehung der Wettertypen zur Entwicklung des

[10]) Untersuchung in den Beiblättern, Heft 4, 1934, Nr. 16.

[11]) Unsere Berechnungen sind nach der schnellreifenden Sorte der Baumwolle angestellt; für gewöhnlich kommen aber in Ägypten langreifende Sorten zur Saat.

Tabelle 3. Prozentsatz der Häufigkeiten der Wettertypen verschiedener Kategorien nach den Stadien des Entwicklungsprozesses des Weizens

Ernteertrag

	Aufgang—Schossenbildung 1. bis 20. Mai					Schossen—Ährenbildung 21. bis 30. Juni						Ährenbildung—Halbmilchreife 21. Juni bis 5. Juli					Halbmilchreife—Milchreife 1. bis 15. Juli					Milchreife—Gelbreife 11. bis 31. Juli			
	I-II	III	IV	V	VI-VII	I	II	III	IV	V	VI-VII	I-II	III	IV	V	VI-VII	I-II	III	IV	V	VI-VII	I-II	III	IV	V-VI
Lugansk	11	71	17	1	0	3	35	42	16	3	0	4	30	33	30	3	9	35	29	27	1	1	19	77	2
Pensa	39	52	9	0	0	11	43	31	13	2	0	19	29	29	21	2	26	32	19	20	2	8	40	49	4
Elabuga	49	40	11	0	0	13	40	30	16	1	0	19	28	30	24	0	24	29	28	19	0	9	42	46	3
Maly Usen	15	67	18	1	0	3	24	32	23	14	3	3	10	30	39	18	3	18	19	45	15	2	6	92	1

Entwicklungsdauer

	Schossen—Ährenbildung 21. bis 30. Juni						Ährenbldg.—Halbmilchreife 21. Juni bis 5. Juli						Halbmilchreife—Milchreife 1. bis 15. Juli						Milchreife—Gelbreife 11. bis 31. Juli				
	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V
Lugansk	1	1	66	27	4	2	2	26	30	39	3	0	1	1	9	78	10	1	2	43	50	5	0
Pensa	1	0	45	35	12	7	4	19	26	35	13	3	0	2	9	58	14	16	1	24	51	24	1
Elabuga	1	1	42	40	8	9	5	18	22	39	14	2	0	0	13	58	15	14	0	21	55	23	1
Maly Usen	7	6	63	18	3	3	7	40	16	33	4	0	2	15	26	51	7	1	12	65	19	3	0

Lugansk $48^{0}\,35'$ n. Br., $39^{0}\,20'$ ö. L.; Pensa $53^{0}\,11'$ n. Br., $45^{0}\,1'$ ö. L.; Elabuga $55^{0}\,45'$ n. Br., $52^{0}\,4'$ ö. L.; Maly Usen $50^{0}\,31'$ n. Br., $47^{0}\,37'$ ö. L.

Weizens ist auf Grund der Daten einer der südöstlichen Stationen der Versuchstation in Bezentschuk (siehe Beiblätter, Heft 4, 1934) bestimmt worden. In bezug auf das Stadium Aufgang—Schossenbildung konnte nach den Untersuchungen in Besentschuk ein Zusammenhang der Wettertypen mit der Entwicklungsdauer nicht bestimmt festgestellt werden und wir haben daher in Tabelle 3 dieses Stadium fortgelassen.

Diese Tabelle ist in ihrem Wesen noch analog der Tabelle 2 für Baumwolle, doch sind statt der Monate kürzere Zeitabschnitte genommen in Anbetracht dessen, daß viele Entwicklungsphasen des Weizens schnell aufeinander folgen [12]). Sie sind so gewählt, daß der eine Zeitabschnitt in den anderen etwas übergreift. Da wir mit verschieden großen Zeitabschnitten zu tun haben, so haben wir, um den Vergleich der Grade der Begünstigung durch das Klima in verschiedenen Stadien der Pflanzenentwicklung zu erleichtern, sämtliche Daten im prozentualen Verhältnis angegeben.

Die Erntekategorien entsprechen ungefähr folgenden Bedeutungen: I = ausgezeichneter Ernteertrag, II = guter Ernteertrag, III = etwas höherer als mittlerer Ernteertrag, IV = schlechter als mittlerer Ertrag, V = schlechte Ernte, VI = sehr schlechte Ernte, VII = Vernichtung der Ernte. Entsprechend der Dauer bedeuten die Stadien I eine sehr rasche Entwicklung, II eine rasche, III mehr als mittlere, IV weniger als mittlere, V langsamere, VI gänzlich aufhörende. In bezug auf die Ernte wurden VI und VII gewöhnlich zusammengenommen, da diese Typen, wenn sie unmittelbar aufeinander folgen, vernichtend wirken, wenn sie aber nur sporadisch auftreten, nur schadenbringend sind. Für die Stadien Anfang — Schossenbildung und Ährenbildung — Halbmilchreife gab die Untersuchung keine genauen Unterscheidungsmerkmale zwischen den Kategorien I und II, und sie sind daher zusammengenommen. In dem Stadium Milchreife — Gelbreife ist der Einfluß des Wetters überhaupt ein geringer.

Die Stationen, für welche in der Tabelle Daten angegeben sind, liegen im südöstlichen Teil der europäischen USSR. Lugansk, Pensa und Elabuga liegen ungefähr auf der Linie Asowsches Meer—Fluß Kama, Maly Usen südöstlich von dieser Linie in der Richtung zum Unterlauf des Flusses Ural (die Koordinaten dieser Stationen sind aus Tabelle 3 ersichtlich). Als Hauptschädling für das Getreide tritt in diesem Rayon die Dürre auf und somit gelten als negativ wirkend die trockenen Wettertypen und unter ihnen besonders die Ssuchoweji (heiße Trockenwinde). Diese Typen sind auch diejenigen, welche die Häufigkeiten in den Kolonnen VI, VII und V und zum Teil auch IV bilden, mit Ausnahme des Stadiums Milchreife — Gelbreife, wo in die Kategorie IV auch die Regentypen fallen.

Wenn wir nun die Tabelle im Abschnitt „Ernteertrag" betrachten, sehen wir vor allem, daß in den zwei ersten Stadien der Entwicklung nach dem Anfang bis zur Ährenbildung ungünstige und schadenbringende Wettertypen selten vorkommen (lassen sich fast nur in Maly Usenj antreffen [13]). In den weiteren Stadien spielen die ungünstigen Wettertypen schon eine größere Rolle. In den Stadien, die nach der Ährenbildung folgen, während des Aufblühens und bis zur Milchreife, sind die Wettertypen dieses Gebietes nicht selten sehr ungünstig und sogar schädlich. Große Unterschiede existieren, wie unsere Zahlen der Häufigkeiten zeigen, zwischen den verschiedenen Ortschaften. Pensa und das mehr nördlich und östlich gelegene Elabuga erweisen sich als mehr begünstigt im Vergleich mit den anderen beiden Stationen. Besonders wenig befriedigend zeigt sich das Klima von Maly Usen, was aber wegen seiner mehr südöstlichen Lage auch nicht anders zu erwarten war. Schon im Stadium Schossen — Ährenbildung tritt ein ziemlich hoher Prozentsatz (14 %) von sehr ungünstigen Wettertypen und sogar ein kleiner Prozentsatz (3 %) schädlicher Wettertypen auf. Was nun die folgenden Stadien betrifft, so sind hier die Häufigkeiten der schädlichen und vernichtenden Wettertypen sehr bedeutend. Und im letzten Stadium Milchreife — Gelbreife, wo die Pflanze schon etwas weniger anspruchsvoll in bezug auf das Wetter ist, finden sich in Maly Usen vorwiegend schlechtere Wettertypen. Dafür steht im ersten Stadium Maly Usen nicht nur hinter Lugansk, sondern hat sogar, wie es scheint, einige Vorzüge vor diesem. In dem Zeitraum, in den dieses Stadium fällt, (1. bis 20. Mai), können die trockenen Typen sogar noch nützlicher sein, obwohl die hohe Temperatur der beiden Stationen Lugansk und Maly Usen, im Vergleich mit Pensa und Elabuga, weniger vorteilhaft ist.

Zur Entwicklungsdauer übergehend, können wir im allgemeinen das umgekehrte Verhältnis wie beim Ernteertrag konstatieren. Durch alle Phasen hindurch sehen wir die Station Maly Usen bevorzugt. Es ist daher anzunehmen, daß eine beschleunigte Entwicklung für den Ernteertrag nicht günstig ist [14]).

[12]) Die Daten für diese Zeitabschnitte erhielten wir aus den speziellen klimatologischen Tabellen, die in der komplexen Klimatologie eingeführt sind, wo die Daten aller Fälle eines jeden Typus gegeben sind.

[13]) Dies bedeutet noch nicht, daß die Pflanze unter der Dürre nicht leiden wird, weil die Dürre von der Trockenheit des Bodens abhängt, diese aber hauptsächlich in der vorangegangenen Periode des Herbstes, Winters und Frühjahrs vorbereitet wird und die regenlosen Wettertypen im Verlauf des gegebenen Stadiums der Pflanze begünstigt.

[14]) Ein Faktum, worauf mehrfach Ökologen und Agronomen hingewiesen haben.

Zu den gefundenen Resultaten muß noch folgendes hinzugefügt werden. Der Einfluß des Wetters auf die Pflanze ist in verschiedenen Stadien verschieden; in einigen Stadien können die Zahlen der Häufigkeiten unter VI bis VII und V anwachsen, obwohl die Wettertypen dieselben bleiben. So stellen unsere Summen der Häufigkeiten die Beziehung des Klimas zu jedem einzelnen Stadium der Pflanze dar. Dabei ist noch zu bemerken, daß der Erneteertrag nicht von einem Stadium bestimmt wird, sondern von der Gesamtwirkung aller Stadien. Da es nun nicht selten vorkommt, daß das Wetter in einzelnen Jahren für eine Reihe von Phasen einförmige negative bzw. positive Abweichungen gibt, so sind auch die Mißernten einerseits und erträgnisreichere Ernten andererseits auch nicht so selten.

Die Bewertung des Klimas kann ebenso auf dem Wege der *Berechnung* der Reifedaten erzielt werden; derartiges haben wir am Beispiel der Baumwolle durchgeführt. Hierüber ist kurz im letzten Teil unseres Aufsatzes in den Bioklimatischen Beiblättern 1934, Heft 4, berichtet worden[15]). Mit diesen Berechnungen läßt sich feststellen, in wieviel Jahren die Baumwolle an verschiedenen Orten des neuen Baumwollrayons die Reife noch vor dem ersten Herbstfrost erreicht. Wenn von irgendeinem Orte für eine Reihe von Jahren meteorologische Beobachungen vorlagen, so wurden nach den Wettertypen (für jeden Tag) eines jeden Jahres Berechnungen für alle aufeinanderfolgenden Phasen der Entwicklung bis zur Hülsenreife durchgeführt, wobei als Saattermine der 1. und 11. Mai angenommen wurden.

Die Berechnungen werden in folgender Ordnung durchgeführt: es werden auf der Rechenmaschine die Werte $\frac{1}{z}, \frac{1}{y}, \frac{1}{x} \cdots$ eingestellt, wo z, y, $x \ldots$ die Anzahl der Tage bedeuten, während welcher das Entwicklungsstadium vor sich ginge unter der Voraussetzung, daß alle Typen in der entsprechenden Kategorie wären: z oder y oder $x \ldots$, ausgedrückt in hundertstel des betreffenden Stadiums. So werden z. B. nach den Wettertypen vom 1., 2. Mai usw. die Teile zusammengenommen, welche der ersten Zeile der Tabelle 4 (Beiblätter, Heft 4, 1934) für die Saat bis zum Aufgang aus der Katogorie I—V entnommen sind, je nach dem Wettertypus, welcher im betreffenden Jahre am untersuchten Orte in diesen Tagen beobachtet wurde[16]). Die Summierung der Teile wird so lange fortgesetzt, bis eine volle 1.00 (ungefähr) erreicht ist. Das Datum, auf welches man so kommt, wird als Datum des Beginnes des Aufganges gerechnet. Danach beginnt die Rechnung von neuem und es wird nach den Zahlen der zweiten Zeile — Aufgang bis erstes Blatt — auf dieselbe Weise wie bei der ersten Phase der Beginn der ersten Blattbildung bestimmt. Diese Prozedur wird weiter fortgesetzt bis zur letzten Phase der Reife der ersten Hülsen. Diese Berechnung der Pflanzenentwicklung nach dem Wetter ist äußerst einfach; dabei hat sie sich aber für die Baumwolle sehr zweckentsprechend erwiesen, wie der Vergleich der berechneten Daten mit den beobachteten gezeigt hat. (Siehe Bioklimatische Beiblätter, Heft 4, 1934, Tabelle 5.)

In Tabelle 4 ist der Prozentsatz der Jahre mit „sichergestelltem" Reifwerden angegeben. Diese Resultate sind auf folgende Weise erzielt worden: Für jedes Jahr, von dem meteorologische Beobachtungen von einer Station vorlagen, wurden die Daten des Reifwerdens der ersten Hülsen unter der Annahme einer Aussaat am 1. Mai und 11. Mai berechnet. Die Jahre, in denen diese Reife früher als einen Monat vor dem ersten Frost eintrat[17]), wurden als Jahre mit „sichergestellter" Reife angesehen. Der Zeitraum von einem Monat vor dem ersten Frost wurde deshalb angenommen, weil bei der Baumwolle die Hülsen nicht alle auf einmal reif werden, sondern in mehreren „Reihenfolgen" im Laufe eines Monats. Es geben aber unsere Berechnungen den Beginn des Reifwerdens.

Tabelle 4. Prozentsatz Jahre mit „sichergestellter" Reife der Baumwolle

	Saat			Saat	
	1. Mai	11. Mai		1. Mai	11. Mai
Krim			Nördlicher Kaukasus		
Sebastopol .	0	wenig	Temriuk . .	34	24
Simferopol .	0	0	Novorossijsk	61	33
Feodosia . .	30	23	Eisk	34	21
			Krasnodar .	18	7
Wolga-Unterlauf			Kaukasus, Kaspische Küste		
Astrachan. .	62	26	Makhach-Kala	52	32
Akhtuba . .	21	wenig	Derbent . .	60	44

Tabelle 4 zeigt uns, daß in der Krim ein voller Ertrag der Baumwolle selten erhalten werden kann. In den anderen Gebieten dagegen ist die Möglichkeit einer guten Abnahme bei rechtzeitiger Aussaat verhältnismäßig groß. Vorteilhafter ist die Aussaat vom 1. Mai. Man kann die Aufmerksamkeit noch darauf lenken, daß die näher zum Meer gelegenen, ebenso auch die von nördlichen Winden mehr geschützten Orte einen höheren Prozentsatz ergeben.

Moskau, Akademie der Wissenschaften der USSR., Institut für physikalische Geographie.

[15]) Im besagten Artikel Seite 169 lautete es: „Für jede Saat einer Reihe der betrachteten Kulturen". Es müßte lauten: „Für eine jede Saat einer ihrer Reihen für die betrachtete Kultur".

[16]) Für die Stadien, für welche in der Tabelle je zwei Werte gegeben sind, wird der Mittelwert aus den beiden genommen.

[17]) Effektiv wurden aber noch die Wetterbedingungen in diesem Monat in Betracht genommen.

Wirkungen der Gletscherwinde auf die Ufervegetation der Pasterze

Mit 1 Abbildung

Von **Helmut Friedel**, Klagenfurt

Zusammenfassung. Die Arbeit der Gletscherwinde an der Pasterze besteht hauptsächlich in der Vermehrung der Windwirkungen nahe an der Gletscherzunge, nämlich bis ungefähr 150 m über der Pasterzenoberfläche und bis ungefähr 2 km vor dem Ende der Gletscherzunge. Die wichtigsten dieser Erscheinungen sind: Windanrisse im Rasen, Windwunden an Posterpflanzen und Spalierhölzern, Krüppel- und Windfahnenbäume, Windbodengesellschaften und die Schärfe der Trennung zwischen Windböden und Schneeböden. Infolge der starken Abkühlung durch den Gletscherwind sind die taleinwärts absinkenden Höhengrenzen mehrerer Pflanzen in der Nähe des Gletschers so umgelenkt, daß sie sich talauswärts vorbuchten. Dadurch kommen beträchtliche Erniedrigungen der Höhengrenzen zustande. So wird die untere Verbreitungsgrenze des Hüllseggenrasens (Elynetum) um ungefähr 500 m durch den Gletscherwind herabgedrückt. Eine wichtige mittelbare Beeinflussung der Vegetation kommt durch die Ausblasung des Feinsandes aus den Moränen der Gletschervorfelder und dessen Ansammlung in den vorgelagerten Rasenflächen (Gamsgrube) zustande.

Schon viele Botaniker, die bisher die Pflanzenwelt an den Gletscherufern untersucht haben, schlossen auf die Existenz eigener Gletscherlokalwinde und beobachteten deren Wirkungen. Von meteorologischer Seite hat in letzter Zeit Tollner[1]) die Gletscherwinde systematisch zu untersuchen begonnen und schon in der jüngsten, wohl gründlichsten Bearbeitung der gletschernahen Pflanzendecke von Faegri[2]) wurden Tollners Ergebnisse bereits eingehend in Betracht gezogen. Vorliegende kleine Zusammenstellung ist ein zweiter[3]) Vorbericht aus einer größeren, noch unvollendeten Arbeit über die Pflanzenwelt in der Umgebung des Pasterzengletschers, deren Durchführung ich unter anderem der freundlichen Gewährung von Wissenschaftsbeihilfen durch den Hauptausschuß des Deutschen und Österreichischen Alpenvereins, sowie zahlreichen Hilfen und Förderungen von Dozenten Gams verdanke. Ich muß mich hier darauf beschränken, manches nur zu erwähnen, anderes an einigen Einzelbeispielen aufzuzeigen und im übrigen auf meine botanische Detailkartierung und Hauptveröffentlichung zu verweisen.

Insofern Winde Elemente des Klimas sind, muß man natürlich alle ihre Wirkungen auf Boden- und Pflanzendecke als klimatische betrachten, doch seien hier ihre mechanischen von den übrigen klimatischen, die durch Mitführung von Wärme- und Feuchtigkeitsbereichen zustande kommen, abgetrennt. In diesen Angriffsweisen gleicht natürlich der Gletscherwind den anderen Winden, doch ergeben sich aus seinem eigenartigen und sehr wenig veränderlichen Auftreten eben auch Erscheinungen, die teils nur in Stärke, Wirkungssinn und Verteilung, teils aber auch in ihrem qualitativen Gesamtbild ihm allein eigen sind.

[1]) H. Tollner, Die Gletscherwinde in den Ostalpen. Zeitschr. f. Met. 1931, S. 414.

[2]) R. Faegri, Über die Längenvariationen einiger Gletscher des Jostedalsbre und die dadurch bedingten Pflanzensukzessionen. Bergens Museums Arbok 1933.

[3]) H. Friedel, Boden- und Vegetationsentwicklung am Pasterzenufer. Carinthia II. Klagenfurt 1934.

Die mechanischen Beschädigungen, welche besonders der mit Schnee und Sand beladene Wind hervorruft, sind außerordentlich zahlreich an der Pasterze zu finden. An Polstern und Spalieren klaffen Windwunden, welche alle gletscheraufwärts gerichtet sind. Neu angesiedelte Lärchen im Pasterzenfeld sind, obwohl sie ein Alter bis über 30 Jahre haben, höchstens 40 cm hohe Krüppel geblieben, die sich hinter Blöcke ducken und an denen jeder Zweig, der aus dem Leeraum herauswächst, abstirbt. Die am weitesten gegen den Gletscher vordringenden Bäume sind in Windfahnenform gezwungen. Die innersten Oasen der Alpenmatten, welche gletschertaleinwärts immer spärlicher werden (siehe Kartenskizze), liegen auf Hangflächen, die sich gegen die Richtung der Gletscherachse etwas zurückneigen und teilweise im Schutze von Moränenwällen liegen (Halbleematten), so daß dort die Stromlinien des Windes auseinanderweichen können. Auch die zahlreichen Windanrisse im Rasen sind gletscheraufwärts gerichtet. Alle diese Erscheinungen sind durch den von Nordwesten kommenden Unterwind der vorherrschenden Gradienluftströmung und durch den Gletscherwind verursacht. Sie haben nämlich ausgesprochene Häufungen an der oberen Rasengrenze einerseits und in der Nähe der Gletscheroberfläche andererseits, wie dies an den in die Karte eingezeichneten wichtigsten Windanrissen zu sehen ist.

Je stärker die Bergoberfläche vom Winde getroffen wird, desto mehr läßt sie sich in Flächen von windharten Pflanzengesellschaften und Schneeschutzgesellschaften einteilen (diese besiedeln die vom Winde schneefrei geblasenen Stellen, jene die mit Schnee vollgewehten Mulden) und desto weniger finden sich dazwischen eingewebt Pflanzengesellschaften, welche nur mittleren Schneeschutz notwendig haben. Es sind also, was hier besonders betont werden soll, sowohl die Windbodengesellschaften als auch die Schneebodengesellschaften windbedingt.

Von den Windböden des Gebietes seien hier jene auf reiferen Böden erwähnt: das hochalpine

Elynetum (Hüllseggicht) und aus der unteren alpinen Stufe das Loiseleurietum (Gemsenheidenspalier) und das Festucetum durae (Hartschwingelrasen) *).

Die wichtigste Wirkung des Gletscherwindes, ihm eigener Art, ist jedoch unstreitig die Änderung des Verlaufs der oberen und unteren Pflanzenverbreitungsgrenzen. Es ist bekannt, daß alle Vegetationshöhengrenzen taleinwärts bis zum Talschluß zunehmend durch die Bergwinde herabgedrückt werden. Diese Erscheinung hat Scharfetter „Talphänomen" genannt. Der Gletscherwind hat eine viel stärkere Wirkung. Die Höhengrenzen des Verbreitungsgebietes von Pflanzen und Pflanzengesellschaften erniedrigen sich nicht nur taleinwärts, sondern kehren an einer gewissen Stelle des Seitenhanges sogar um und steigen schräg talauswärts gegen das Gletscherende ab. Diese Erscheinung sei kurz Gletschertalphänomen genannt. Eine Folge von ihm ist, daß man beim Aufstieg vom Gletscher an den seitlichen Uferhängen zunächst vielfach immer weniger alpine Vegetation durchschreitet, um erst von einer gewissen Höhe an (an der Pasterzenzunge ungefähr 150 m über dem Eisrand) wieder zunehmend hochalpine Vegetationserscheinungen zu erreichen. Ähnliches kann bekanntlich in Talbecken durch die winterliche Temperaturumkehr zustande kommen. Eine Schwierigkeit, die genannte Wirkung der Gletscherwinde scharf zu fassen, liegt darin, daß sich die Gletscherstandszonation überlagert. Man kommt nämlich beim Aufstieg an den Uferhängen in vor immer längerer Zeit eisfrei gewordenen Boden. Besonders der scharfmarkierte Gletscherstand der Pasterze von

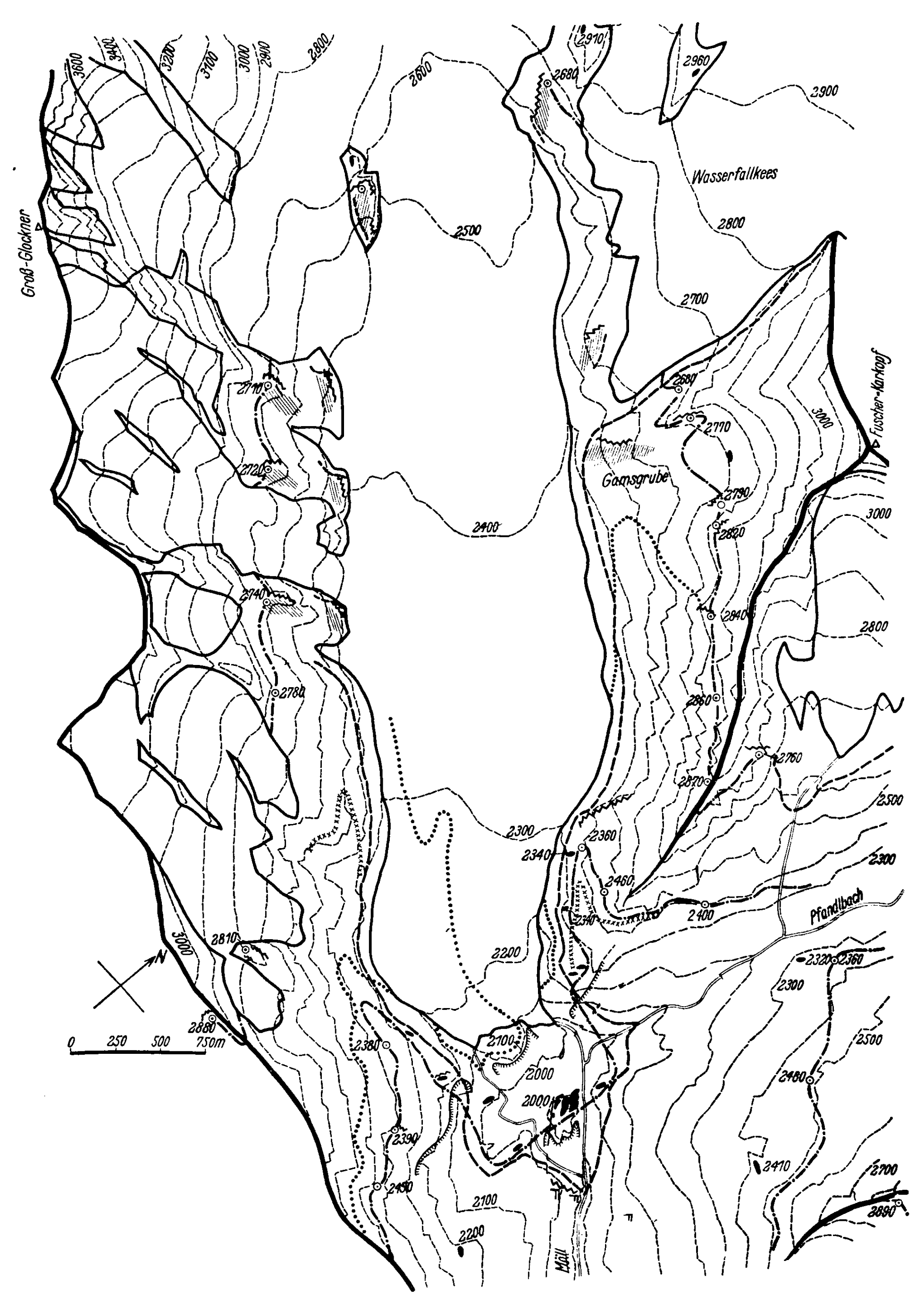


Abb. 1. Umgebung der Pasterzengletscherzunge (1 : 12500)

- Gebirgskämme,
- Gletschergrenzen,
- 100-m-Höhenlinie,
- Gletscherstände von 1856,
- Obere Rasengrenze und untere Elynetumgrenze,
- Windanrisse,
- *Untere* Grenze von Saxifraga biflora s. l.,
- ×××××× Obere Grenze von Rhododendron ferrugineum,
- Wahrscheinliche klimatische Baumgrenze,
- Wichtige Elynetum-Fragmente,
- Innerste Oasen von Alpenrasen,
- F Windfahnen-Lärchen.

*) Eine windhärtere, ostalpine Verwandte des westalpinen Festucetum Halleri, welche in meiner Hauptarbeit näher umschrieben werden soll.

1856 schneidet die Uferhänge in zwei Stufen entzwei, einen Ödlandstreifen und einen solchen reiferer Vegetation. Weil heute alle Alpengletscher in einem öden Schuttbette liegen, ist es unmöglich, die lokalklimatischen Grenzlinien der acidiphilen Pflanzen bis zum Gletscher zu verfolgen. Soweit jedoch diese Grenzlinien verfolgbar sind, kann man sie dadurch von den gletscherstandsbedingten Grenzen unterscheiden, daß sie jene unter einem spitzen Winkel schneiden. Aus meinem bisherigen Beobachtungen habe ich im abgebildeten Kärtchen wiedergegeben: die obere Rasengrenze, welche zugleich die obere Grenze der Blaugrashalden (Seslerieten) und der Hüllseggenrasen (Elyneten) ist, die untere Grenze des Elynetums, die *untere* Grenze von Saxifraga biflora s. l., sowie die obere Grenze des Einzelvorkommens von Rhododendron ferrugineum und den wahrscheinlichen Verlauf der klimatischen Baumgrenze.

Die obere Rasengrenze sinkt an der Schattenseite von 2880 m auf den Leiterköpfen bis 2700 m auf dem kleinen Burgstall und steigt sodann an der Sonnenseite vom „Haldeneck" unter dem mittleren Burgstall (2680 m) allmählich empor, erreicht unter dem Fuscherkarkopf 2820 m, am Freiwandgrat 2870 m und auf der Albitzenhöhe 2890 m. Bei der genauen Bestimmung der klimatischen Höhengrenzen muß man sich stets die Frage vorlegen, ob geeignete Standorte und genügende Bodenreife ein Emporsteigen der einzelnen Pflanzen und Pflanzengesellschaften an den untersuchten Hangabschnitten bis zur wirklichen klimatischen Grenze erlaubt haben. Der Verlauf der oberen Rasengrenze zeigt zwar sehr gut das Talphänomen, nicht aber das eigentliche Gletschertalphänomen. Es kommt dies daher, daß das Elynetum bis an die Wurzel der Pasterzenzunge zurückreicht, wo offenbar die Gletscherwinde geringere Mächtigkeit haben, und daß die letzten Oasen von Hüllseggicht relativ weit oberhalb der Gletscherfläche liegen. Noch höher finden sich Rasenbruchstücke (vgl. Kartenskizze), die allseitig von fortschreitenden Wind- und Schneeanrissen begrenzt sind, so daß sie bald verschwunden sein werden.

Ausgeprägtes Gletschertalphänomen bietet die untere Elynetumgrenze. Sie beginnt am Leiterkopfgrat bei etwa 2450 m und sinkt am oberen Keesboden unter 2380 m, wo sie ihren Verlauf umkehrt. Hierauf umfaßt sie den größten Teil des Pasterzenvorfeldes, um dann wiederum über dem Hohen Sattel anzusteigen bis auf 2340 m unter dem Freiwandeck. Hier erreicht sie nach der zweiten Umkehr am Freiwandgrat 2450 m und steigt talauswärts noch bis 2510 m unter der Albitzenhöhe. Zwischen Freiwand und Albitzenhöhe an der Einmündung des Pfandltales sinkt sie vorher noch bis auf 2300 m ab. Die Grenzlinien wurden dort gezogen, wo der Hüllseggenrasen aufhört, sich regelmäßig in das Mosaik der Vegetationstypen einzufügen. Einige tiefer gelegene Fragmente, die offenbar in fortschreitender Ausbildung begriffen sind, wurden getrennt in die Karte eingezeichnet. Die beschriebene Ausbuchtung der Grenzlinie, welche die Zungenspitze umläuft, enthält allerdings nur wenige fertig ausgebildete Elyneten, da im eigentlichen Gletschervorfeld Boden und Vegetation noch nicht genügend Reife erreicht haben. Die gletscherwindausgesetzten Flächen sind dort viel mehr mit Dryas-Salix serpyllifolia-Spalieren überdeckt, jedoch zeigen sie an den am stärksten beblasenen Stellen bereits zahlreiche Elynahorste und mehrere Charakterarten des Elynetums, wie Erigeron uniflorus, Carex atrata und Gentiana prostrata. Diese Flächen, welche alle ungefähr zwischen 1900 und 2020 m liegen, zeigen also durch ihre floristische Zusammensetzung ihre unmittelbare Entwicklung vom Dryas-Spalier zum Hüllseggenrasen an, eine abgekürzte Gesellschaftsfolge, welche in den Tauern häufig zu beobachten ist. Der Schluß, daß hier ein Elynetum im Entstehen begriffen ist, wird vor allem dadurch als richtig bestätigt, daß hier in der Zeit, bevor der große Gletschervorstoß den reifen Boden entfernte, nach Schilderungen von Hoppe[4]) tatsächlich vollwertiges Hüllseggicht vorhanden war. Um die Größe der Depression der unteren Elynetumgrenze im Pasterzenvorfeld quantitativ anzugeben, muß man natürlich die Höhen der nächsten Hüllseggenrasen an den seitlichen Hängen in gleicher Entfernung vom Talschluß vergleichen. So ergibt sich die Erniedrigung der unteren Elynetumgrenze im Vergleich zur Schattenseite zu 400 m, im Vergleich zur Sonnenseite zu fast 500 m. Dies würde einer Abkühlung um 2,4 und 3,9° C entsprechen, eine Größe, die gut mit Tollners Angaben übereinstimmt. Eine solche Erniedrigung und Abkühlung ist um so erstaunlicher als dadurch das Elynetum in unmittelbare Nachbarschaft der Lärchen-Zirbenkampfzone gelangt. Denn aus älteren Bildnissen, wie auch Literaturangaben, besonders den Beschreibungen der Gebrüder Schlagintweit[5]) geht hervor, daß die selben Rundhöcker, die an der Gletscherwindluvseite Hüllseggenrasen trugen, an ihrer Leeseite zahlreichen Lärchen und Zirben Raum gaben. Das Elynetum tritt hier an Stelle von Gemsenheidenspalieren (Loiseleurietum), das in dieser Höhenlage ohne Gletscherwindwirkung zweifelsohne die Windböden besiedeln würde, wie dies oberhalb der Luftschicht des Gletscherwindes und wenig talauswärts tatsächlich der Fall ist.

Als Beispiel einer ausgesprochen acidiphilen Pflanze sei hier aus meinem bisherigen Beob-

[4]) D. H. Hoppe, Flora 1832, Heft 15, S. 676, 692 u. a.

[5]) H. u. A. Schlagintweit, Untersuchungen über die physikalische Geographie der Alpen. Leipzig 1850.

achtungsstoffe die rostfarbige Alpenrose (Rhododendron ferrugineum) genannt. Sie zeigt ebenfalls, wie in der Karte eingezeichnet ist, das Gletschertalphänomen. Ihre obere Verbreitungsgrenze läßt sich aber natürlich nur bis zum 1856-Moränenwall verfolgen. Im Gegensatz dazu möge hier als Beispiel einer streng basiphilen Pflanze Saxifraga biflora s. l. angeführt werden. Da sie auf hochalpinem und nivalem Fließschutt von genügendem Kalkgehalt im Gebiet als erste Pionierpflanze auftritt, läßt sich ihre untere Grenze bis ins Schuttbett der Pasterze verfolgen. Ja, sie besiedelt sogar sehr unruhige Moränendecken über Toteis und oft weniger als halbmetermächtige Obermoränen der fließenden Gletscherzunge selbst. Hier beherrscht sie allein das Feld, nur gegen Ende der Zunge kommt Saxifraga aizoides hinzu. Das Bereich von S. biflora geht an der Schattseite am Leiterkopfgrat bis etwa 2550 m und bis zur Grenzlinienumkehr in etwa 2350 m herab, umfaßt die ganze untere Hälfte der Zunge (ihr Obermoränengebiet) und einen Teil des Vorfeldes. Dann zieht die Grenze an der Sonnenseite wieder empor, um in der Gamsgrube dem normalen Talphänomen gemäß rückläufig gegen den Freiwandgrat anzusteigen. Doch sind die Höhenangaben auf der Sonnenseite nicht mit jenen der Schattenseite vergleichbar, da im Grünschiefergebiet der Freiwand Saxifraga biflora fehlt. Im Gletschervorfeld besiedelt die Pflanze nur die gletschernächsten und von Gletscherwind am stärksten getroffenen Schuttstreifen (auf dem Elisabethfelsen und am Margaritzenbach). Es ist bezeichnend dafür, daß die Ursache dieser Verbreitung im Vorfeld nicht die Höhenlage (unter Mitwirkung des einfachen Talphänomens) ist, wenn alte Autoren berichten, daß zu Zeiten, in denen der Gletscher bis zum Unteren Keesboden hinabreichte, auch dieser von dem Steinbrech bewachsen war. Hier hat der Gletscherwind durch Samentransport ähnlich den Verhältnissen in Lawinenbahnen und an Wildbächen, die Grenze erniedrigt. Während jedoch die Schwemmlinge sich nur durch immer neue Samenzufuhr erhalten, ist der Steinbrech voll eingebürgert, da ja auch das Klima sich mitverschoben hat.

Weicht der Gletscher zurück und sinkt seine Oberfläche ein, so wird der Anprall des Gletscherwindes schwächer. Es können sich dann immer mehr von den Pflanzen ansiedeln, die in dieser Höhenlage unter normalen Umständen wachsen. Wir haben somit eine Entwicklung der Pflanzendecke von Gesellschaften mehr alpiner Ausprägung zu solchen immer mehr montanen Charakters. Dieser Sukzessionsverlauf weicht von jenem auf anderen Ödflächen ab und wird von Faegri mit Recht als charakteristisch für Gletschervorfelder betrachtet und seine Ursache auf den Gletscherwind zurückgeführt. Allerdings können Relikte alpiner Vegetation an den am stärksten windausgesetzten Stellen auch die Zeiten geringster Gletscherausdehnung überdauern, wie das Beispiel des Hüllseggenrasens im Pasterzenvorfeld zeigt.

Die Wirkungsweise des Gletschers auf die Vegetation ist zweifelsohne komplexer Art. Zunächst kühlt der Gletscher auch schon ohne Gletscherwind in einem allerdings sehr engen Bereich. Der Gletscherwind bringt außerdem noch die Temperaturen der nivalen Stufe ins Vorfeld hinab, nur durch die Erwärmung beim Absinken der Luftmassen etwas gemildert. Daneben hat er mit anderen Winden die Fähigkeit zur mechanischen Beanspruchung der Pflanzen, zu verstärkter Austrocknung und die Transportfähigkeit für Samen gemeinsam. An den Hängen des Mölltales finden sich alle Übergänge von den Spuren der Lokalwinde der Pasterzenseitengletscher bis zu jenen kleiner Hängekeeser und bis zur Wirkung gewöhnlicher Bergwinde. Der Gletscherwind besitzt zwar meist geringere Stärke, aber größere Permanenz als die Gradientwinde. Gegenüber den Bergwinden (die ihrerseits stets die mit ihnen abwechselnden Talwinde übertreffen), hat der Gletscherwind sowohl größere Stärke und Dauer, als auch größere klimatische Abweichung voraus. Faegri findet, daß die Gletscherwinde nicht nur bei Schönwetterlage, sondern mit nur geringen Unterbrechungen wehen. Auch Tollner kam neuerdings zu diesem Ergebnis, wie er mir mündlich mitteilte. Meine Beobachtungen über das botanische Wirkungsbereich der Gletscherwinde lassen sich vorläufig dahin zusammenfassen, daß ihre Spuren über dem Gletscher etwa 150 m hangaufwärts und etwa 2 km vom Gletscherende talauswärts verfolgbar sind, sowie daß er die Höhengrenzen an der Pasterze bis 500 m herabdrückt.

Es müssen hier noch Beeinflussungen des Bodens durch die Gletscherwinde erwähnt werden, welche dann ihrerseits auf die Vegetation zurückwirken. Die fortschreitende Abtragung der Bodenkrume durch Windanrisse an vielen Stellen des Pasterzenufers wurde bereits genannt. Im Schuttbett des Gletschers trocknet der Wind den Boden außerordentlich stark aus. Im Vorland der Pasterze bemerkt man, daß der Moränenschutt nur in nächster Nähe des Gletschers feucht bleibt, während er in größerem Abstande wüstenhaft trocken wird. Diese Austrocknung greift sehr tief in den Boden ein. Das erkennt man an dem zunehmenden Seltenerwerden der Quellfluren und feuchtigkeitsliebender Pflanzen mit zunehmendem subaerischen Alter des Bodens. Allerdings wirkt hierbei unter anderem auch eine selbsttätige Absenkung des Grundwasserspiegels bei fortschreitendem Rückzug der Gletscherfront mit.

Überall, wo im Vorfeld der Boden nicht zu sehr geneigt ist und wo nicht strömendes Wasser ihn umgelagert hat, läßt sich erkennen, daß er von Grundmoränenschutt gebildet wird, welcher zahlreiche kleinen Wälle aus dem gleichen Material trägt, die zum größeren Teil ehemalige Gletscherstände markieren. Sie finden sich besonders auf der Dachfläche des Elisabethfelsens und der Margeritze. Man kann an der Stirne des Gletschers ihre Entstehung verfolgen. Sie sind zum größten Teil Zusammenstauungen des Grundmoränenschuttes durch den im Winter vorrückenden Gletschers. Vergleicht man nun diese kleinen Wintermoränen in verschiedener Entfernung vom Eisrand, so fällt auf, daß ihre Oberfläche immer weniger Feinkorn zutage treten läßt und immer mehr mit Steinen gepflastert erscheint, bis sie ein fast hammadaähnliches Aussehen erhalten. Das feinere Korn wird teils von Niederschlägen ausgewaschen, zum größeren Teil aber von den Gletscherwinden in die Möllschlucht ausgeblasen. Dieselbe Beobachtung kann man im Vorfeld des Wasserfallkeeses machen, nur daß dort in größerer Höhe durch zahlreiche kleine, undeutliche Brodelherde das Feinmaterial an der Oberfläche stets von neuem ersetzt wird. Der feinste Flugstaub fliegt mit den Winden außerordentlich weit, während der Feinsand bei trockenem Wind zum größten Teil in der Gamsgrube zwischen den Gräsern der Alpensteppe abgelagert wird. So kommt es, daß sich dort ein Sandboden mit feinster Schichtelung von einer Mächtigkeit bis über 3 m gebildet hat. Eine Bodenform, die in dieser Höhe offenbar höchst labil ist, wie man aus den zahlreichen Wind- und Schneeerosionen erkennen kann. Man muß hier an Dünen- und Lößbildungen vor den eiszeitlichen Gletschermassen denken, wie ja auch der vom Gletscher selbst entwickelte Kühlluftmantel des Gletscherwindes den für die glazialen Inlandeismassen postulierten Antizyklonalwinden durchaus entspricht.

Lokalklimatische Untersuchungen im Oberharz

Von L. Schulz

(Aus der Bioklimatischen Forschungsstelle Braunlage des Reichsamtes für Wetterdienst)

Mit 3 Abbildungen

Zusammenfassung. Der Bergwind tritt zu allen Jahreszeiten auf, Vorbedingung ist nur eine ruhige und klare Nacht. Er bringt dem Kurort zu kalte Abende und Nächte und läßt eine kräftige Inversion entstehen, die den größten Teil des Ortes umschließt. Erst Einstrahlung der Sonne mit einsetzender Konvektion und damit verbundenem Auffrischen des Windes lösen die Inversion auf. In den Wintermonaten tritt manchmal der Fall ein, daß die Inversion überhaupt nicht aufgelöst wird, sich vielmehr verstärkt und Nebelbildung verursacht, vor allem bei Aufhören des dynamischen Föhnvorganges.
In dem etwas höher gelegenen Hohegeiß wird noch Getreide angebaut, in Braunlage wird es angeblich nicht reif. Es wurden zwei Typen von Bergwind herausgestellt, der Frühjahrs–Sommer- und der Herbst–Wintertyp. Der Einfluß des Luftkörpers auf die Entwicklung des Bergwindes und seine besondere Begünstigung bei dynamischen Föhnwetterlagen wurden untersucht. Seine Folgeerscheinungen und Auswirkungen auf das Klima und die Pflanzenwelt des Ortes sind mannigfacher Natur.

Für die Beurteilung des Klimas eines Ortes genügen heute vom bioklimatischen Standpunkt nicht mehr die Grundsätze, die man für die Makroklimatologie fordern muß und die das notwendige Rüstzeug sein müssen für die Bearbeitung des Klimas großer Flächenräume. Abgesehen von den rein bioklimatischen Untersuchungen über die Strahlungsverhältnisse, die Verteilung der in der Atmosphäre ständig vorhandenen Suspensionen (Kondensationskerne, Ionen, „Staub"), Abkühlungsgröße u. a. m., ist eine feinere Analysierung des Komplexes „Klima" zu erstreben, um Einzelheiten seiner Entstehung herauszuarbeiten. Hier setzt die lokalklimatische Forschung ein mit dem Ziel, auf Grund von Einzeluntersuchungen das Klima eines Ortes in den wesentlichsten Punkten klarzustellen. Es kann dabei nie nach festliegenden Maßstäben gearbeitet werden, sondern es muß dem einzelnen überlassen bleiben, das Wichtigste herauszugreifen und zu einer Lösung zu führen. Wenn heute eine Verdichtung des Klimabeobachtungsnetzes durchgeführt wird, ist für die Makroklimatologie in einem klimatisch schon gut bekannten Gebiet nicht viel Neues zu erwarten, für die Lokalklimatologie wird sich eine Fülle von neuem Material ergeben, das eine große Bereicherung unseres Wissens darstellen wird.

Unter diesem Gesichtswinkel wurde in dieser Arbeit verfahren bei der klimatischen Beurteilung des in den Tälern des Oberharzes überall auftretenden Bergwindes mit seinen mannigfachen Folgeerscheinungen.

Lagebeschreibung

Der heilklimatische Kurort Braunlage hat eine ausgesprochene Tallage, nur einzelne Wohnviertel liegen über dem Tal oder an seinen Hängen (Jer-

merstein und Hütteberg). Das Tal der warmen Bode verläuft in nordwestlich-südöstlicher Richtung und öffnet sich zu einer weiten Talmulde mit einzelnen Nebentälern, in die der Ort eingebettet liegt. Nur nach Süden und Südosten ist der Horizont frei, während in den anderen Richtungen Berge vorgelagert sind, von denen der Wurmberg bei 3.5 km horizontaler Entfernung den Ort am stärksten überhöht. Der Gipfel liegt 400 m über der Talsohle (siehe Abb. 1).

Für das Klima des Ortes ist diese Geländegestaltung von ausschlaggebender Bedeutung einmal für die Strahlungsverhältnisse und die Windgeschwindigkeit, von ganz besonderer Bedeutung

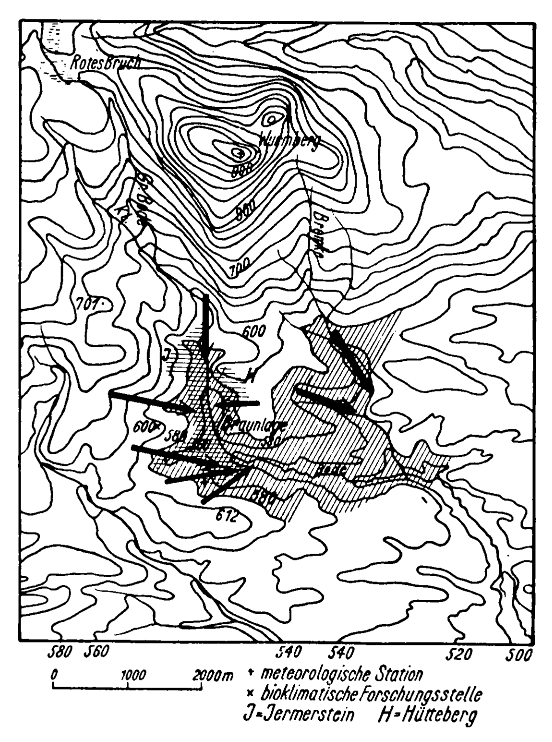


Abb. 1

aber für den Temperaturverlauf. Die Amplitude der Lufttemperatur ist sehr groß vor allem an klaren Tagen und Nächten durch starke und schnelle Erhöhung der Temperatur und bei Einsetzen des kalten Bergwindes durch rasches und tiefes Absinken. Es wurde daher auf dem Gipfel des Wurmberges auf das Gerüst der Sprungschanze, das über die Bäume hinausragt, eine Registrierstation für Temperatur und Feuchtigkeit mit Kontrollthermometern aufgebaut, hauptsächlich um den Vergleich zwischen Gipfel und Tal an Bergwindtagen zu erhalten. In der Skizze ist die Lage der Stationen durch +-Zeichen eingetragen, die neue Lage der Talstation bei der bioklimatischen Forschungsstelle durch ein ×-Zeichen. Beide Talstationen lagen nicht auf der Talsohle unmittelbar, sondern am Hang die erste, die zweite aber auf einer kleinen Hochfläche zwischen zwei kurzen Tälern. Der Unterschied zwischen den Registrierungen der beiden Talstationen ist beträchtlich, da die neue Talstation fast 20 m höher liegt und daher nicht mehr von den kalten Bergwinden erreicht wird, so daß sie fast immer über die Inversionsschicht hinausragt. Für die Bearbeitung wurden daher nur die Registrierungen der ersten Talstation herangezogen, es ist aber beabsichtigt, in kürzerer Zeit eine weitere Registrierstation auf die Talsohle zu verlegen, um eine Meßstelle direkt im Kaltluftstromgebiet zu haben.

Auswertung und Ergebnisse

Die Registrierkurven von den Stationen Wurmberg und Braunlage wurden nach Anbringung der Korrektion und Synchronisierung nach Stundenwerten ausgewertet, es wurde dann die Differenz zwischen den beiden Stationen gebildet, und zwar Wurmberg/Braunlage. Ist der Berg wärmer, wurde die Differenz positiv gezählt, ist er kälter, negativ. Es kam also bei diesem Verfahren nicht auf die Absolutwerte an, sondern nur auf die Größe der Differenz. Im ganzen wurden 106 Fälle von Bergwindtagen benutzt, wobei als Bergwindtag nur angenommen wurde, wenn eine positive Differenz vorhanden war. Es kamen natürlich auch Tage vor, an denen keine Differenz auftrat, obwohl ein deutlicher Einzug von Kaltluft im Tal zu spüren war. Sie wurden zur Auswertung nicht herangezogen.

Die Ergebnisse der einzelnen Bergwindtage wurden nach Jahreszeiten zusammengefaßt, da mit Recht vermutet werden konnte, daß sich je nach der Jahreszeit ein anderer Typus einstellen würde. Es konnte schließlich unterschieden werden in einen Frühjahrs-Sommertyp und einen Herbst-Wintertyp. Der Gang der Temperaturdifferenz zwischen Gipfel und Tal ist bei beiden grundverschieden (Tab. 1). Im Frühling und Sommer ist der Berg in der Zeit zwischen 21 Uhr und 6 Uhr wärmer als das Tal mit einem Maximum der Differenz kurz vor Sonnenaufgang um 4 Uhr im Mittel. Der Abfall der Differenz geht dann schnell vor sich, so daß um 8 Uhr der Berg schon 3.5° C kälter ist als das Tal. Der Anstieg erfolgt zuerst ebenfalls rasch, wird dann in den Mitternachtsstunden langsamer bis zum Maximum um 4 Uhr. Der Herbst-Wintertyp zeigt einen ganz anderen Gang, der Berg ist in einer größeren Zeitspanne wärmer als das Tal, und zwar im Mittel von ungefähr um 18 Uhr bis 9 Uhr. Der Anstieg und Abfall der Differenz geht hier langsamer vor sich, das Maximum liegt eigenartigerweise 2 Uhr nachts. Die positive Differenz weist mitunter bis 10° C Temperaturunterschied auf, wobei die Jahreszeit keine Rolle spielt.

Tabelle 1. Tagesgang der Temperaturdifferenzen zwischen Gipfel und Tal

16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12 Uhr	
- 4.1	- 4.1	- 4.1	- 3.6	- 1.5	0.0	1.2	1.7	2.0	2.5	2.5	2.9	3.1	2.7	0.1	- 2.4	- 3.3	- 3.7	- 3.7	- 4.0	- 3.9°	Frühling—Sommertyp
- 1.5	- 0.7	0.4	1.2	1.8	1.9	2.4	2.7	3.1	3.4	3.5	2.9	2.4	2.1	1.7	1.7	1.0	- 0.2	- 0.7	-1.6	- 2.2°	Herbst—Wintertyp

Aus dem Luftkörperkalender, der für Braunlage bestimmt wurde, ergeben sich folgende Prozentsätze des Auftretens von Bergwind bei den einzelnen Luftkörpern:

Von 106 Fällen trat Bergwind ein bei:

P	in 12 %	der	Fälle
PM	„ 29 %	„	„
M	„ 17 %	„	„
T	„ 6 %	„	„
TM	„ 6 %	„	„
C	„ 18 %	„	„
X	„ 4 %	„	„
J	„ 8 %	„	„

Bei Luftkörpern also, die leicht zu Aufklaren neigen oder überhaupt bei trockener Luft heiteres Wetter bringen, tritt Bergwind ein. Besonders begünstigt wird das Auftreten von Bergwind bei dynamischem Föhn, wobei die Luftmassen durch ihr Absinken trocken werden und immer wolkenlose Nächte bringen. In 41 % der Fälle wurde der Bergwind bei dynamischem Föhn festgestellt. Da besonders im Frühjahr und Herbst der kalte Bergwind oft noch zu Reifbildung führt, kann man auch von dem paradoxen Föhneffekt sprechen. Die Berggipfel Brocken und Wurmberg weisen bei dynamischem Föhn extrem niedrige relative Feuchtigkeiten auf, mitunter weniger als 10 %. Diese trockenen Luftmassen sind nicht advektiv herangeschaft, wie Hoffmeister [1]) meint, sondern entstehen an Ort und Stelle durch den dynamischen Föhnvorgang. Durch die extremen Feuchtigkeiten wird natürlich in den klaren, wolkenlosen Nächten die Ausstrahlung sehr wirksam, so daß sich der Bergwind voll entwickeln kann. In den letzten Jahren wurde noch im Juni in einigen Einzugsgebieten der Kaltluft Reif beobachtet. In der Mehrzahl der Fälle dringt der dynamische Föhn nicht bis zur Talsohle durch, wenn auch tagsüber die Feuchtigkeit gering ist, der Wurmberg bleibt aber in der absinkenden Luftmasse, so daß er an solchen Wetterlagen kaum einen täglichen Gang der relativen Feuchtigkeit und der Temperatur aufweist.

Die Auswirkungen auf das Klima der Talstation

Es ist schon erwähnt worden, daß die Amplitude der Temperatur an Bergwindtagen sehr groß ist. Sie liegt gewöhnlich über 10° C und erreicht in Braunlage Maximalwerte von 15 bis 18° C. Noch ausgesprochener liegen die Verhältnisse im Tal der kalten Bode, die durch Schierke fließt. Das Tal der kalten Bode hat ein noch größeres Einzugsgebiet der Kaltluft, vor allem liegen ihre Quellen in den ausgedehnten Hochmooren des Roten Bruchs, Oderbruchs und des Brockenfeldes. Als Bergstationen überragen Schierke der Brocken und der Wurmberg. Es wurde daher untersucht, wie verhält sich die tägliche Amplitude an trüben, bewölkten und heiteren Tagen in Schierke und auf dem Brocken. Für das Jahr 1932 ergaben sich dann folgende Werte:

Tabelle 2.
Amplitude der Temperatur in Schierke im Jahre 1932

	Trübe Tage	Bewölkte Tage	Heitere Tage
Winter	4.7° C	6.8° C	12.3° C
Frühling . . .	6.6	9.0	14.7
Sommer . . .	5.7	10.1	14.7
Herbst	5.4	6.9	11.9
Im Jahr . . .	5.9	8.2	13.4

Im jährlichen Gang der Amplituden zeigen sich in den klaren Frühjahrsmonaten die größten Schwankungen, im November die kleinsten. Als Höchstwerte der täglichen Schwankung wurden in Schierke 22° C gemessen. Weiterhin wurden die Temperaturverhältnisse zwischen Brocken und Schierke festgestellt, für die hier einige Beispiele angeführt werden sollen (Tab. 3).

Aus dieser Tabelle kann man also erkennen, daß Schierke in klaren Nächten bis zu 13° C kälter ist als der 500 m höhere Brocken. Umgekehrt ist der Berggipfel am Tage kühler, so daß der Brocken eine wesentlich kleinere Schwankung aufweist als das Tal.

Die Windrichtung kann dabei im Tal eine ganz andere sein, die Berggipfel liegen in der durch den Wetterablauf bedingten Strömung, während sich in den Tälern eine Windrichtung einstellt, die durch die Strömungsrichtung der abfließenden Kaltluft hervorgerufen ist.

Im Tal bewirkt der Bergwind zunächst in den ersten Abendstunden eine Reinigung der Luft, da die Kaltluft noch talabwärts fließen kann. Bis in die frühen Morgenstunden hat aber eine Ansammlung stattgefunden, so daß bei der morgendlichen Rauchentwicklung bald das ganz Tal von Dunst und Rauch angefüllt ist, und zwar soweit

[1]) J. Hoffmeister, Ein Beitrag zur Untersuchung niedriger Luftfeuchtigkeitswerte auf der Schneekoppe und auf dem Brocken. Tätigkeitsberichte des Preuß. Met. Instituts. Berlin 1931.

Tabelle 3

	Minimum			Maximum			Schwankung		
	Brocken	Schierke	Differenz	Brocken	Schierke	Differenz	Brocken	Schierke	Differenz
Januar 1932									
20.	1.5	−5.0	+6.5	7.8	7.2	+0.6	6.2	12.2	−6.0
21.	3.5	−6.5	+10.0	9.9	8.4	+1.5	6.4	14.9	−8.5
23.	−2.1	−5.6	+3.5	5.7	6.1	−0.4	7.8	11.7	−3.9
24.	0.2	−6.7	+6.9	5.5	5.9	−0.4	5.3	12.6	−7.3
25.	0.0	−5.5	+5.5	4.1	4.9	−0.8	7.1	10.4	−3.3
27.	−3.6	−9.5	+5.9	7,5	6.0	+1.5	11.1	15.5	−4.4
28.	5.5	−7.5	+13.0	11.5	11.9	−0.4	6.0	19.4	−13.4
29.	−0.1	−3.5	+3.1	6.5	7.9	−1.4	6.6	11.4	−4.8
Juni 1932									
10.	3.3	0.2	+2.8	12.7	16.1	−3.4	9.7	15.9	−6.2
11.	7.0	4.0	+3.0	15.8	20.0	−4.2	8.8	16.0	−7.2
12.	11.0	5.0	+6.0	18.0	22.4	−4.4	7.0	17.4	−10.4
13.	12.4	5.0	+7.0	15.8	21.9	−6.1	3.4	16.9	−13.5
14.	11.1	4.5	+6.6	16.3	21.2	−4.9	5.2	16.7	−11.5
15.	9.5	7.0	+2.5	14.7	20.4	−5.7	5.2	13.4	−10.2

wie die Kaltluft mächtig ist. Die deutlich ausgeprägte Inversion steigt im Tal aufwärts leicht an, liegt aber immer etwa 20 bis 30 m über der Talsohle. In der Abb. 1 ist einmal durch waagerechte Schraffierung das Wohngebiet von Braunlage, durch schräge Schraffen das vernebelte Gebiet eingezeichnet. Es ist zu erkennen, daß nur die mit J und H bezeichneten Wohnbezirke des Jermersteins und Hütteberges über der Inversion liegen, während der größte Teil des Ortes sich unterhalb befindet. Die schwarzen Pfeile geben die einzelnen Einzugsgebiete der Kaltluft an, einmal ist es das Bodetal, von Norden in den Ort einmündend, und dann verschiedene kleine Seitentäler, die meistens versumpftes Wiesenland sind. Ein weiteres Einzugsgebiet bildet das Tal der Bremke mit einem Seitenarm aus dem langen Bruch. Die Frostschädigung im Frühjahr an den jungen Trieben der Fichten und des niedrigen Buchenbuschwerks ist in diesen Gebieten sehr groß, die Fichten kommen hier nur schlecht voran, bleiben klein und schwach, während auf den Hängen in unmittelbarer Nähe die zu gleicher Zeit gepflanzten Bestände schon eine kleine Dickung bilden. Die Höhe der Inversion konnte im Frühjahr 1934 und 1935 an den erfrorenen Trieben deutlich ausgemacht werden. Die einzelnen kleinen Hochflächen zwischen den Tälern — auf einer solchen liegt auch die neue Talstation bei der Forschungsstelle — und Stücke der Hänge blieben frostfrei, während die unteren Teile der Mulden größte Frostschädigungen aufzuweisen hatten. Auch im Herbst sind hier zuerst empfindliche Pflanzen, wie Dahlien, Kresse, Gurken und Kartoffelkraut erfroren, während die gleichen Pflanzen auf den höheren Lagen oft einen ganzen Monat länger stehen, ehe sie vom Frost vernichtet werden. Im langen Bruch wurde eine Buche beobachtet, die in einem Frühjahr dadurch besonders auffiel, daß sie bis in halbe Höhe erfroren war. Als Stau für den Kaltluftstrom, in dem die Buche steht, wirkte eine Fichtendickung. Als die Buche aufgenommen wurde, hatte sie im unteren Teil zum zweitenmal getrieben, die Blätter waren hellgrün, während der obere Teil die ersten, schon dunkelgrünen Blätter trug.

Die Inversion zeigt sich auch deutlich bei Kernzählungen wie an einer Profilkurve, die von der Forschungsstelle durch das Tal nach dem Hütteberg gelegt wurde, gezeigt werden soll.

Forschungsstelle 610 m	Halbe Höhe 590 m	Talsohle 570 m	Halbe Höhe 590 m	Hütteberg 620 m
12 000	56 000	63 000	78 000	14 000 Kerne

Die Messung wurde durchgeführt, als die Inversion noch nicht wesentlich durch Einstrahlung aufgelockert war. Bei dem Frühtermin um 7.18 Uhr sind die Kernzahlen auch an der Forschungsstelle höher als beim Mittagtermin, obwohl sonst der tägliche Gang das Maximum der Kernzahlen mittags aufweist. Es zeigt sich hier eben noch der Einfluß der dicht unterhalb liegenden Inversion. Diese Verhältnisse gelten natürlich nur bei bestimmten Wetterlagen, bei denen es zur Entwicklung des Bergwindes kommt mit einer Bildung einer kräftigen Inversion.

Bei dynamischen Föhnwetterlagen mit Verstärkung des Bergwindes ist auch die Inversionsbildung besonders deutlich. Am südlichen Hang des Wurmberges konnten in den Frühjahrsmonaten in ganz früher Morgenstunde Waldarbeiterfeuer beobachtet werden, deren Rauch mit der noch abfließenden Kaltluft ins Tal genommen wurde. Ein ähnlicher Strömungsverlauf wurde bei Rauchversuchen aufgenommen. An einer Mulde, die als Kaltluftsammler bekannt ist, wurden an ihrem oberen Rand ringsherum stark rauchende Feuer angezündet. Im Bild (Abb. 2) sieht man, wie von allen Seiten die Kaltluft senk-

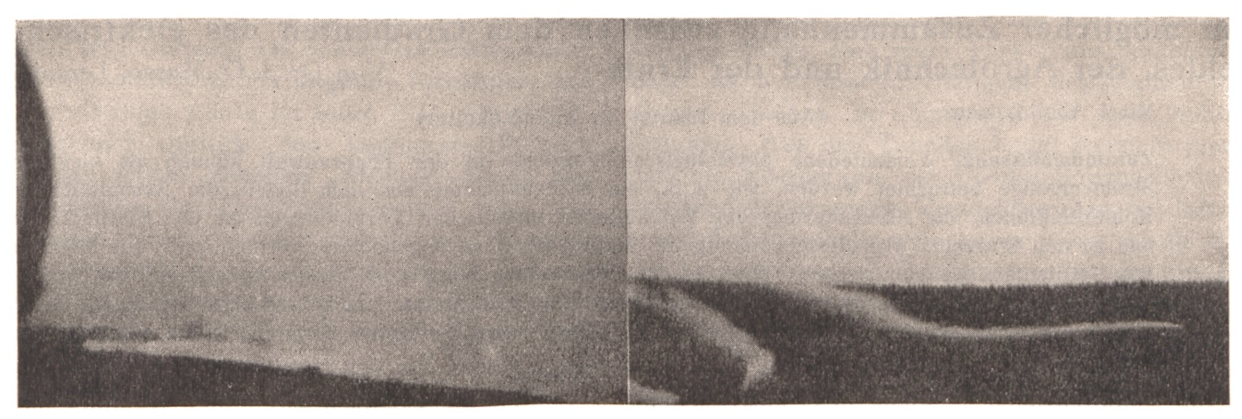


Abb. 2

recht ins Tal abfließt und dabei den Rauch mitnimmt. Die einzelnen Rauchfahnen stehen in ihrer Strömungsrichtung genau senkrecht aufeinander, die rechte im Bild auf denen links im Vordergrund. Die Rauchentwicklung war leider so stark, daß man die Rauchfahnen vom Gegenhang nicht mehr erkennen kann, sie verliefen denen links im Bild genau entgegengesetzt.

Wie aus den Frostschädigungen erkannt werden kann, haben die einzelnen Kaltluftströme ziemlich eng begrenzte Wirkungsgebiete, wobei allerdings die Geländegestaltung, Bepflanzung und Bebauung auch von Einfluß sind. In einer freien Mulde, die durch keine Bäume und Häuser gestört ist, wurde daher die Breite und Mächtigkeit eines solchen Kaltluftstromes untersucht durch Legung von drei Profilkurven, die in mehreren Meßreihen durchgemessen wurden, und zwar in allen Fällen zwischen 21 und 23 Uhr. In Abb. 3 ist ein Beispiel einer solchen Messung eingetragen, das den Verhältnissen entspricht, wie sie bei jeder Meßreihe angetroffen wurden, wenn auch die Absolutwerte der gemessenen Temperaturen, Feuchtigkeiten und Katawerte verschieden waren. Die Messung wurde durchgeführt am 15. Juni 1934, am Morgen des 16. Juni lag in der Mitte der Mulde Reif. Der Kaltluftstrom hat in dieser Mulde nur geringe Ausmaße, wie man leicht aus der Zeichnung erkennen kann, da das Einzugsgebiet der Mulde klein ist. Es sind in die Zeichnung eingetragen Temperatur und relative Feuchtigkeit, im ersten Profil noch die gemessenen Katawerte. Man sieht, daß der eigentliche Strom der Kaltluft nur in der Mitte der Mulde fließt, denn in halber Höhe und Hangmitte sind die Temperaturen schon bedeutend höher. Die Kaltluft quert dann einen Weg, der um einen Teich herumführt und auf dem das dritte Profil aufgenommen wurde. Bei den ersten beiden ist der Untergrund Wiese, bei dem dritten Sandschüttung. Über dem ohne Steigung verlaufenden Teil des Weges fließt die kalte Luft in einem schmalen Streifen auf die Oberfläche des Teiches und erzeugt hier einen ganz flachen, kaum 20 cm hohen Nebel, der in lebhafter Bewegung ist. In dieser Mulde ist die Kaltluft höchstens 30 m breit und 2 m mächtig. Die größeren Mulden in anderen Teilen des Ortes konnten noch nicht durchgemessen werden.

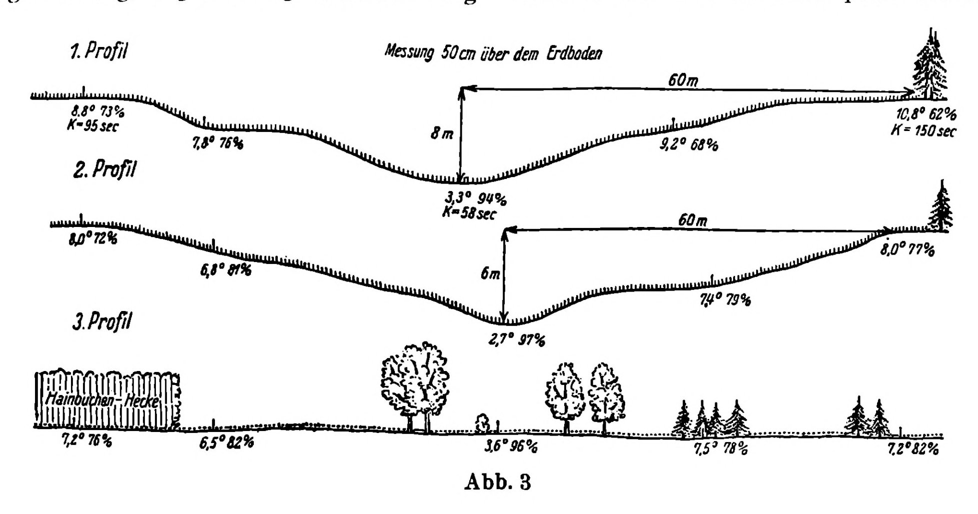


Abb. 3

Ein möglicher Zusammenhang zwischen dem Gradienten des elektrischen Feldes, der Agrotechnik und der Ernte

Von Dr. J. O. Musso, Leningrad

Mit 4 Abbildungen

(Aus dem Institut für Pflanzenkultur)

Zusammenfassung. Verschiedene physiologische Vorgänge in der Pflanzenwelt können als elektrische Stromvorgänge betrachtet werden, wie z. B., die Ionenaufnahme aus dem Boden, die Assimilation von Kohlenstoffionen, die Abwanderung der Molekülionen organischer Verbindungen zu den Stengelknospen und zu den Wurzeln. Von diesem Standpunkt ausgehend, kann angenommen werden, daß eine Steigerung des Gradienten des elektrischen Feldes in der Pflanzenumgebung obige Stromvorgänge und das Pflanzenwachstum fördern wird. Es wurde gefunden, daß viele altbekannte und altbewährte Maßregeln aus der Agrotechnik eine Steigerung des Gradienten des elektrischen Feldes in der Pflanzenumgebung bewerkstelligen.

Die isopotentialen Linien des elektrischen Feldes der Erde nähern sich den Gipfeln von Bodenerhöhungen — der Gradient ist an diesen Stellen erhöht.

Der prächtige Pflanzenwuchs auf Bergen (bis zu einer gewissen Grenze), auf Bergabhängen und auf Hügeln wird stets von Naturfreunden hervorgehoben. Besonders auf einem welligen Acker kann man bemerken, daß die Pflanzen, sollte die Bodenfeuchtigkeit überall genügen, auf den Bodenerhöhungen besser als in den Niederungen gedeihen. Sogar geringe Bodenunebenheiten eines Ackers oder eines Beetes beeinflussen den Pflanzenwuchs — in den Mulden sind sie schmächtig und krankhaft, auf den Erhebungen sind sie gut und normal. Ein ebenes Feld ist bekanntlich eine wichtige Voraussetzung für die Gleichmäßigkeit der Pflanzenentwicklung (s. Tabelle 1).

Tabelle 1. Spannungsunterschied zwischen Boden und Luft, Temperatur in 10 cm Bodentiefe, mittlere Bodenfeuchtigkeit und Ernte in der Mulde und auf der Erhebung einer Bodenunebenheit (1 : 20) (1932)

27. Juli 1932	Standort des Versuchsstreifens			
	Auf der Erhebung		In der Mulde	
Zeit	Volt in 25 cm Höhe	Temperatur °C in 10 cm Tiefe	Volt in 25 cm Höhe	Temperatur °C in 10 cm Tiefe
10 Uhr	15.5	21.4	8.2	21.0
13 „	11.0	26.2	6.4	27.3
16 „	4.0	27.1	3.0	28.8
19 „	18.0	26.0	12.5	26.1
Mittlere Feuchtigkeit der Ackerkrume (5, 15, 25 cm)	22.9		21.0	
Ernte in %:				
Hafer	100		47	
Radieschen	100		33	
Kohl	100		7	
Kohlrüben	100		11	

In der Tabelle 1 sind die Ergebnisse von Beobachtungen gegeben, die auf der Erhebung und in der Mulde einer geringen Bodenunebenheit (1 : 20 m) während des Trockenjahres 1932 ausgeführt wurden, wo der lehmige Boden nur durch den kapillaren Wasseraufstieg feucht gehalten wurde. Je tiefer die Bodensenkung war, desto geringer war die Ernte. Während eines regnerischen Sommers fällt die Ernte in der Mulde noch schlechter aus.

Sollten die Pflanzen auf hohen Kämmen oder Dämmen (Beeten) gezüchtet werden, so befinden sie sich in einem stärkeren elektrischen Felde, als bei der Aufzucht auf ebenen Flächen, und gedeihen besser (s. Tabelle 2).

Tabelle 2. Bodentemperatur in 5 cm Tiefe, Bodenfeuchtigkeit und Ernteerträgnis auf hohen, mittelhohen und ebenen Versuchsstreifen in der Mulde

	Höhe des Versuchsstreifens		
	50 cm	25 cm	0 cm
Bodenfeuchtigkeit am 9. August 1932 an der Oberfläche	5.1%	9.4%	17.2%
Mittel von 5, 15, 25 cm Tiefe	26.3%	24.9%	26.1%
Temperatur am 27. Juli 1932 in 5 cm Tiefe:			
13 Uhr	31.2°	31.4°	32.2°
16 Uhr	31.6°	32.8°	32.8°
Ernte: Hafer	100%	58%	47%
Kohl	100%	25%	13%

Die Dammkultur kommt nur für die Gemüsezucht in Betracht. Auch hier wird sie die Gemüsezucht in Betracht. Auch hier wird sie nur in Gegenden mit genügenden Feuchtigkeitsbedingungen angewandt, da im anderen Falle die erhöhte Ackerkrume früh austrocknet, was den Saatenaufstieg und die Sämlingsentwicklung erschwert. Wenig wird sie auch in Großbetrieben angewandt, wo die Pflanzen- und Bodenpflege nach der Aussaat sowie die Unkrautbekämpfung mechanisiert sind, was ebene Flächen verlangt. In den Kleinbetrieben, wo die Handarbeit noch vorherrscht, wird die Dammkultur für viele Pflanzenarten bevorzugt, und es ist wohl nicht zufällig, daß die mittleren Ernten von diesen in den Kleinbetrieben in der Regel höher sind als im Feldgemüsebau.

Im Laufe von drei Jahren und unter verschiedenen Witterungsverhältnissen wurden auf den hohen Dämmen immer die besten Resultate erzielt. Es wurde Gewicht darauf gelegt, daß die Bodenstruktur überall eine gleiche war. So wurden die Stellen der ebenen Versuchsstreifen 40 cm ausgehoben und mit Erde aus der umgebenden Ackerkrume ausgefüllt. Die hohen Dämme erhielten erst Unterlagen aus Erde des lehmigen Untergrundes, auf welchen die Ackerkrume auf-

geworfen wurde. Die Gesamtparzelle war hochgelegen und bestand aus schwerem Lehm. Eine Grundwasserstauung war nirgends vorhanden, und die Ackerkrume wurde im Jahre 1932, wie gesagt, hauptsächlich mittels des kapillaren Wasseraufstieges feucht gehalten. Deshalb waren die Unterschiede im Feuchtigkeitsgehalt der verschiedenen Bodenvarianten nur gering. Da auch die Bodenreaktion überall eine gleiche war, so kann wohl angenommen werden, daß nicht die Feuchtigkeits- und Reaktionsbedingungen des Bodens und im Zusammenhange mit diesen auch nicht die Tätigkeit der Kleinlebewesen im Boden die Verschiedenheit in den Ernten verursachten.

Die Messungen des Spannungsunterschiedes zwischen Boden und Luft brachten dagegen den Beweis, daß der Gradient, im vollen Einklange mit den Schlußfolgerungen aus der Elektrometeorologie, mit der Bodensenkung fiel und besonders schwach auf den ebenen Flächen war (s. Abb. 1).

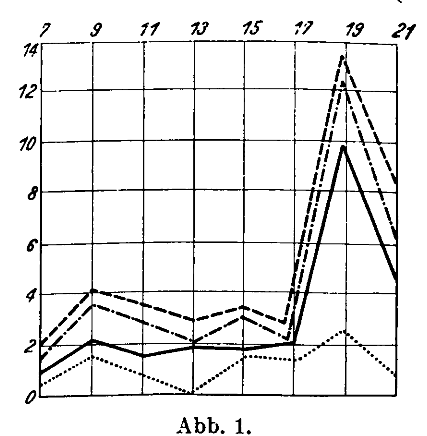


Abb. 1.
Der Spannungsunterschied zwischen lockeren Böden und Luft in Höhe des Blattwerkes (25 cm vom Erdboden).
.... = Ebene Fläche mit lockerer Oberfläche.
——— = 50 cm hoher Damm mit verkrusteter Oberfläche.
—·—· = 50 „ „ „ „ lockerer „ .
– – – = 50 „ „ „ „ Tannennadeln bedeckt.
4. August 1934. Detskoje Selo

Die Spannung wurde folgendermaßen festgestellt. Über jedem Versuchsstreifen hing eine Sonde, die mit einer Umschaltung verbunden war, von wo die Spannung zum Faden des Elektrometers geschaltet wurde. Außerdem wurde eine andere Sonde mittels einer langen und dünnen Stange von Beet zu Beet gehalten. Beide Messungsarten gaben übereinstimmende Resultate. Die Sonden bestanden aus mit Polonium aktivisierten Silbernadeln.

Bekanntlich wird der Gradient auch von der Leitfähigkeit der Luft bestimmt. Im allgemeinen gilt: je höher die Leitfähigkeit, desto niedriger der Gradient. Die Leitfähigkeit der Luft steht ihrerseits im Zusammenhang mit der Bodentemperatur. Je höher die Bodentemperatur, desto intensiver die Bodenatmung, wobei der Luft Ionen und Emanationen von radioaktiven Elementen zugeführt werden, die die Luftteilchen ionisieren. In Mulden hat der Boden eine mehr vom Wind geschützte Lage als auf den Erhebungen, desgleichen die ebenen Flächen im Vergleich zu den hohen Dämmen. Aus den Tabellen 1 und 2 ersieht man, daß die Temperatur der oberen Bodenschichten von niedrig gelegenen Versuchsstreifen bei intensivem Sonnenschein stets etwas höher ist als die der hoch gelegenen. Das gilt nur für die oberen Bodenschichen bis zu 15 cm Tiefe; die tieferen haben meist überall eine gleiche Temperatur oder sind auf niedrig gelegenen Stellen sogar etwas kühler. Abb. 2 veranschaulicht, daß bei etwas höherer Bodentemperatur auf den ebenen Flächen auch die Leitfähigkeit der Luft in 15 cm Höhe etwas höher war (s. Abb. 2).

Auf hohen Bergen sind die Verhältnisse für die Luftleitfähigkeit anders geartet als in den Ebenen. Dort ist bekanntlich bei hoher Luftleitfähigkeit auch der Gradient hoch.

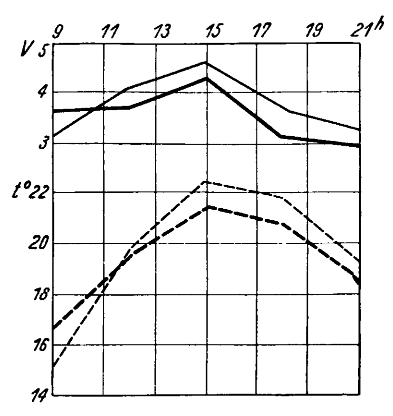


Abb. 2.
Der Gang der Luftleitfähigkeit (Volt/min) mittels a_+ und a_- eines geladenen Körpers ermittelt und der Bodentemperatur in 10 cm Tiefe am 7. Juni 1934.
═ = Auf ebener Fläche.
═ = Auf einem 50 cm hohen Damm

Eine Reihe von Beobachtungen und Versuchen führten zur Ansicht, daß auf einem am Tage kühlen Boden die Substanzanhäufung der Pflanzen, d. i. die Assimilation von Kohlenstoffionen, intensiv vor sich geht. Die Assimilation kann als ein elektrochemischer Vorgang betrachtet werden: Kohlenstoffionen, die durch Sonnenstrahlen von den Kohlensäuremolekülen gelöst wurden, vereinigen sich an der Grenze: Pflanzen-Luft mit organischen oder H_2O-Molekülen, welche dank der Anwesenheit von mineralischen Ionen in ihrem Bestande oder in ihrer Nähe sich in einem aktivisierten oder ionisierten Zustande befinden. Eine Spannungserhöhung an der Grenze: Pflanzen-Luft wird daher die Assimilation steigern können. Erstere tritt ein, wenn der Boden kühl ist. Die Assimilation findet aber nur am Tage statt, und es wird daher ein kühler Boden nur am Tage erwünscht sein.

Tabelle 3. Gang der Bodentemperatur in 5 und 20 cm Tiefe und Ernteertrag von Kohl

11. Juli 1932	4	7	10	13	16	19	22 Uhr	Ernteertrag
Der Dünger ausgestreut: 5 cm . .	18.3°	17.9°	20.6°	23.5°	25.5°	24.4°	22.2°	100%
20 cm . .	19.2	18.6	18.6	19.1	20.0	21.0	21.4	
Der Dünger eingegraben: 5 cm . .	17.6	17.5	22.6	26.8	29.2	26.4	22.4	78
20 cm . .	19.2	18.3	18.4	19.2	20.6	21.6	21.7	

Der intensive Pflanzenwuchs auf der im Sommer leicht aufgetauten Oberschicht des ewig gefrorenen Bodens im Norden erregte längst das Erstaunen der Naturforscher. Bei der 24 stündigen Tagesdauer im Norden ist auch der Gradient hoch.

Eine Erhöhung der Bodentemperatur erhöht aber die Ionenkonzentration in der Bodenlösung und wird den Ionenstrom aus dem Boden zu den Pflanzen verstärken. Dank ihrer elektrostatischen Eigenschaften ziehen die Ionen Wassermoleküle (in den Pflanzenzellen auch organische Verbindungen) an und wandern zusammen mit diesen aktivisierten Wasserhüllen zu den oberirdischen Pflanzenteilen. Bereits 1912 fand Wottschall, daß der Transpirationsstrom der Pflanzen (die Pflanzenblutung) bei Erhöhung der Bodentemperatur sich erhöht. Die Ionen und der Ionenstrom müssen von innen aus einen Druck auf die zarten, jungen Zellenwände der Blätterränder und der Stengelknospen ausüben, die Zellenteilung fördern (Kostyschew) und die wachsenden Pflanzenzonen zu einem schnellen Wuchse verleiten. Bei Sonnenschein kann dieser Druck durch die Transpiration der Blätter usw. noch ausgeglichen werden, bei Schwächung des Sonnenlichtes oder nachts wird aber der Druck sich erhöhen müssen, und es werden die oberirdischen Teile von Pflanzen, die auf einem warmen Boden gedeihen, schnell in die Höhe schießen, lange Blütenstengel bilden und ähnliches. Zu Beginn ihrer Entwicklung wirkt sich aber im Aussehen der Pflanzen aus, daß die Assimilation und die Substanzanhäufung schwächer auf einem warmen Boden vor sich geht, als auf einem kühlen, wo die Pflanzen untersetzt, jedoch kräftig sind.

Es kann behauptet werden, daß zwecks Erzielung von besseren Ernten der Boden am Tage kühler als die Luft, nachts wärmer als jene sein muß, was nur den natürlichen Temperaturbedingungen während der Vegetationsperiode entspricht.

Die Bedeckung der Bodenoberfläche mit Dünger, Humus, Torf, farbigem Papier wird am Tage die Erwärmung, nachts die Wärmeausstrahlung des Bodens aufhalten, die Pflanzen werden gut assimilieren und gut in die Höhe wachsen (siehe Tabelle 3). Die Bedeckung wird auch die verschiedenen Ausdünstungen des Bodens hemmen, wodurch der Gradient gesteigert wird (siehe Abb. 1 und 4).

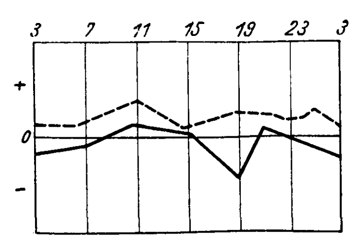


Abb. 3. Der Gang der „freien Ladungen" in 15 cm Lufthöhe über
– – – dem mit Tannennadeln bedeckten Boden,
——— dem unbedeckten Boden.
7. August 1934

Die Leitfähigkeit der Luft wird bekanntlich auch durch Elektronen erhöht, die von der Erdoberfläche durch die Sonnenstrahlung abgelöst werden, was die Anzahl der negativen Ionen in der Luft während der sonnigen Mittagsstunden erhöht und eine Spannungssenkung zu dieser Zeit bewirkt. Die Bodenbedeckung wird diese Elektronenabsonderung verringern und das Verhältnis zwischen den Ionen zugunsten der positiven beeinflussen, was eine Gradientsteigerung zur Folge haben wird (siehe Abb. 1, 3, 4).

Sollten Erdstücke vom Erdboden isoliert sein, so nehmen sie bekanntlich eine positive Ladung an. Bei isolierten und mit Erde angefüllten Töpfen wurde gefunden, daß diejenigen Töpfe, deren Oberfläche mit verdorrten Tannennadeln bedeckt waren, den niedrigsten Spannungsunterschied im Vergleich zum Erdboden besaßen. Dies wird man auch dahin deuten können, daß die Tannennadeln

Tabelle 4. Der Spannungsunterschied zwischen isolierten Töpfen und der Erde in m/Volt

Datum:	28. August 1934, sonnig					30. August 1934, trübe				
Uhr:	9	12	15	18	21	9	12	15	18	21
Die Oberfläche unbepflanzt:										
Unbedeckt	53	72	115	72	46	44	57	54	57	57
Mulchiert	42	29	35	42	41	46	52	51	57	58
Die Oberfläche bepflanzt:										
Unbedeckt	50	50	57	64	46	44	56	50	56	44
Mulchiert	42	29	38	39	42	44	57	50	57	46

die Elektronenabspaltung hemmten, um so mehr, als bei trüber Witterung sämtliche Töpfe einen fast gleichen Spannungsunterschied aufwiesen (siehe Tabelle 4).

Die Töpfe waren direkt mit einer Umschalteinrichtung (Paraffinblöcke mit Quecksilbertropfen) verbunden, von wo aus die Ladung zum Faden des Elektrometers geleitet wurde. Auch Messungen mit nur einem Draht, der mit einer isolierten Hebeeinrichtung von Topf zu Topf verschoben wurde, gab ähnliche Resultate.

Eine Gradientsteigerung wird man auch erzielen können, wenn die Ackerkrume gut festgewalzt oder abgelagert sein würde, wie nach der Herbstfurche und der frühen Schwarzbrache, oder wenn sie eine kompakte Struktur besitzt, wie z. B. auf den feinerdigen Lehmböden. Die Bodenatmung wird unter solchen Bedingungen erschwert sein, was eine Gradientsteigerung bewirken muß (siehe Abb. 4).

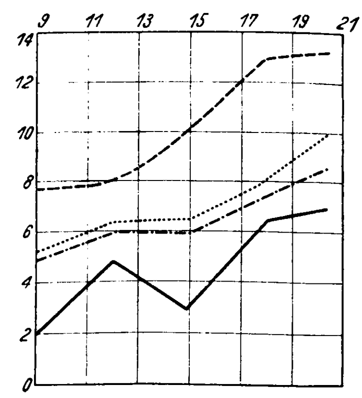


Abb. 4. Der Gang des Spannungsunterschiedes zwischen Boden und Luft in 25 cm Höhe.

I. ——— = Harter Boden, harte Oberfläche.
II. —·— = Lockerer „ lockere „ .
III. ·········· = Harter „ „ „ .
IV. — — — = „ „ mit Tannennadeln bedeckt.

28. August 1934. Detskoje Selo

Gradientmessungen bewiesen in der Tat, daß auf den festgestampften Böden (Var. IV und III) die Spannung höher war, als auf dem im Frühling 20 bis 25 cm tief gelockerten Boden (Var. II). Erstere wurden nach der Aussaat derartig festgestampft, daß es unmöglich war, mit den Händen einen zugespitzten Stock in den Boden zu treiben. Die Oberfläche der Variante III wurde nach dem Samenaufstiege 1 bis 2 cm tief gelockert, die der Variante IV mit einer 1 cm dünnen Schicht aus verdorrten Tannennadeln bedeckt. Die geringste Spannung wurde aber auf der Parzelle der Variante I ermittelt, die gleichfalls festgestampft, jedoch oberflächlich nicht gelockert oder bedeckt wurde. Die besten Ernten gaben die Varianten IV und III (fester Boden, die Oberfläche bedeckt oder gelockert), die niedrigste Ernte die Variante I (fester Boden und harte Oberfläche). So wogen 150 beste Speiserüben aus letzterem Boden 16 kg, aus dem tiefgelockerten, unbedeckten 17 kg, aus dem festen Boden mit flachgelockerter Oberfläche 20.5 kg, mit bedeckter Oberfläche 24 kg. Da im Sommer 1934 reichlich Regen fiel, so litten die Pflanzen auf den tiefgelockerten Böden keinen Wassermangel. Feuchtigkeitsbestimmungen bewiesen, daß der Wassergehalt des Bodens praktisch überall ein gleicher war.

Temperaturbestimmungen ermittelten, daß auf den gänzlich festen Böden die Bodentemperatur am Tage schnell und hoch stieg, nachts dagegen schnell sank — die harte, verkrustete Bodenoberfläche ist ein guter Wärmeleiter. Derartige Temperaturbedingungen der oberen Bodenschicht (0 bis 15 cm) hemmen, wie gesagt, die Assimilation und den Höhenwuchs. Auf der tiefgelockerten Ackerkrume stieg die Temperatur am Tage gleichfalls schnell hoch, nachts dagegen war dieser Boden wärmer als ersterer, und es bildeten die Speiserüben ein gutes Blattwerk, aber im Verhältnis zu diesem schwache Wurzelfrüchte, was auf eine schwächere Assimilation der Blätter am Tage hindeutet. Auf den festen Böden mit lockerer Oberfläche (Var. III u. IV) war die Ackerkrume am Tage um 2 bis 5° kühler, das Blattwerk untersetzt, die Wurzelfrüchte waren dagegen gut, was auf eine intensive Assimilation zurückgeführt werden muß.

Zunächst drängt sich die Schlußfolgerung auf, daß der harte Boden die verschiedenen Bodenabsonderungen, die die Luftteile ionisieren, nicht verhinderte, soweit man auf Grund des schwachen Gradienten über den ganz harten Boden (Var. I) urteilen kann. Der zersprungene Boden mußte besonders bei der hohen Temperatur am Tage im Gegenteil die Bodenatmung beschleunigen. Die Steigerung des Gradienten auf dem harten Boden nach der Lockerung der Oberfläche wird man auf die niedrigere Temperatur der oberen Bodenschichten (0 bis 15 cm) zurückführen können. Das Hacken, das bekanntlich nicht tiefer als 2 bis 3 cm ausgeführt werden muß, hinterläßt auf einem festen Boden an der Oberfläche grobe Krümel, die die Sonnenwärme schlecht weiterleiten. Die Ackerkrume wird am Tage langsamer erwärmt, wodurch die Bodenatmung erschwert und der Gradient gesteigert wird. Eine weitere Ursache der Erhöhung des Gradienten wird man noch in den leichten Wasserdunstschichten finden können, die sich an der Grenze der gelockerten und der festen Erde, wegen des ungehinderten Wasseraufstieges, und wohl auch an der Bodenoberfläche bilden werden. Die Wasserdünste sind bekanntlich schlechte Ionenleiter, die unteren Nebeltröpfchen fangen die die Luft ionisierenden Elemente der Bodenausdünstungen ab, was den Gradient steigern wird.

Nach dem Kühlwerden der Luft in den Abendstunden werden sich derartige Wasserdünste auch in den Poren des tiefgelockerten Bodens bilden

müssen, was eine Gradienterhöhung hervorrufen kann. Es wurde in der Tat ein Anstieg des Gradienten auf tiefgelockerten Böden in den Abendstunden oft bemerkt. Nächtliche Gradientmessungen konnten aber nur selten ausgeführt werden, da die nächtliche Taubildung die Isolationen des Elektrometers verschlechterte. Ein höherer Gradient bei Nacht wird den Höhenwuchs der Pflanzen fördern müssen, indem der Ionenstrom aus dem Boden zu den oberirdischen Pflanzenteilen sich wohl verstärken wird.

Des weiteren kann man schließen, daß die flache Lockerung der Oberfläche eines festen Bodens zum Teil die Mulchierung ersetzt und auf die Pflanzen eine ähnliche Wirkung ausübt, wie die den Boden kühlhaltenden Mulchmaterialien — die Pflanzen sind untersetzt und kräftig. Eine Bereicherung dieser lockeren Oberfläche mit organischen Stoffen wird ihren Wert noch mehr erhöhen. Diese sich zersetzenden Stoffe werden die Pflanzenumgebung reichlich mit Mineralien und Kohlenstoff versorgen, die Verkrustung der Oberfläche nicht zulassen und den Gradient erhöhen. Das flache Unterschälen des Gründüngers und der Unkräuter auf der Brache vor der Aussaat erfüllen diese Bedingungen. Der Kleeschlag in der Fruchtfolge, der Weideschlag in der Wechselwirtschaft, der jährliche Laubfall und noch anderes bereichern die Erdoberfläche mit einer Menge von organischen Überresten — die Bodenoberfläche wird mulchiert.

Eine feste Bodenstruktur wird der Wurzelentwicklung nicht schaden. Es ist ja bekannt, daß die Wurzeln sogar von einjährigen Pflanzen bis 2 bis 3 m tief in den Boden eindringen, die der mehrjährigen 10 m und mehr. Die Wechselbeziehungen zwischen den Wurzeln und dem Boden kann man auch als elektrische Stromvorgänge betrachten. Die Molekülionen der organischen Verbindungen, die in ihrem Bestande auch mineralische Ionen aufweisen, werden dank der Spannung, die zwischen den Pflanzen und dem Boden besteht, in den Boden getrieben, andererseits werden die mineralischen Ionen in der Wurzelumgebung von den Wurzeln angezogen. Eine Wurzelumgebung, die feucht und reich mit leicht sich ionisierenden Feinerdeteilchen (Bodenkolloiden) ist, wird einen guten Kontakt zwischen den Wurzeln und der Wurzelumgebung bewerkstelligen und obige Wechselbeziehungen fördern. Luft und unverweste organische Stoffe sind schlechte Leiter, werden die Wechselbeziehungen erschweren und nur an der Oberfläche erwünscht sein.

Man kommt auch auf Grund obiger Betrachtungen zur Schlußfolgerung, daß zwecks Erzielung besserer Ernten die Ackerkrume gut festgesetzt sein und eine untief gelockerte, reichlich mit organischen Stoffen versehene Oberfläche haben muß. Ersteres bewirkt einen guten Kontakt zwischen den Wurzeln und der Wurzelumgebung, letzteres erhöht den Gradient zwischen dem Boden und der Luft.

Unter natürlichen Verhältnissen bildet sich von selbst eine Bodenstruktur, die vom Standpunkte der Elektrizität aus das Pflanzenwachstum fördert. An der Erdoberfläche entstehen dank der Einwirkung von Temperaturschwankungen, Fäulnisvorgängen unter anderem feinste Staub- und Erdteilchen, die mittels der Tageswasser in die Ritzen und Röhrchen des Bodens abgeführt werden. Der Boden wird mit Feinerde bereichert und verdichtet. An der Oberfläche verbleiben die größeren Erdteilchen, die Krümeln und die organischen Überreste, die zusammen eine lockere Oberfläche mit isolierenden Eigenschaften bilden — eine Mulch.

Auch im Ackerbau wird bekanntlich das Ziel verfolgt, eine gut abgelagerte Ackerkrume mit lockerer Oberfläche herzustellen. Die Ackerbestellung ohne Pflugschar paßt sich am nächsten der natürlichen Bodenbildung an. Zwecks Unkrautbekämpfung und Aufschlusses von neuen Bodennährmitteln ist aber eine Wendung und Lüftung des Bodens von Zeit zu Zeit nötig. Damit weniger Feinerde an die Oberfläche gelangt, wird der Boden aber nicht tief gewendet, sondern bekanntlich nur tief mit den Untergrundhacken bearbeitet. Die gewendete und gelockerte Ackerkrume von 15 bis 25 cm Tiefe muß vor der Aussaat abgelagert sein, was bedingt, daß der Erdumsturz lange vor der Aussaat bewerkstelligt wird. Die frühe Herbstfurche und die frühe Brache werden diesen Anforderungen am besten gerecht. Bei verspätetem Pflügen, wie im Frühling, hilft das Walzen (mit nachfolgender Egge). Die Herbstfurche ist jedoch der Walze vorzuziehen, da auf ersterer Art die feinen Erdteilchen, die an der Oberfläche die schädliche Krustenbildung fördern, besser in die tieferen Bodenschichten abgeführt werden, wo sie Nutzen bringen, die Oberfläche dagegen mit Krümeln bereichert wird (siehe Tabelle 5).

Eine kompakte Bodenstruktur bewährte sich aber nur auf Böden, deren Oberfläche hochgelegen und daher trocken war. In Niederungen und Mul-

Tabelle 5.
Leitvermögen des Bodens, Spannungsunterschied zwischen Boden und Luft und der Ernteertrag von Kohl (1933)

Boden:		Unbearbeitet	Im Herbst tief gewendet	Im Herbst und Frühling tief gelockert
Oberfläche:		Mit Tannennadeln bedeckt	Flach gelockert	
Verhältnis im Leitvermögen des Bodens in 10 bis 15 cm Tiefe (16. und 17. August) . . .		1.6	1.3	1.0
Spannungsgang am 16. August in 25 cm Lufthöhe in Volt	8 Uhr	15.2	14.0	12.7
	12 „	13.3	9.4	8.5
	16 „	10.9	7.9	6.3
	20 „	16.9	16.0	15.4
Kohlernte in %		100	50	41

den ist die Oberfläche, zufolge des Seitendruckes des Bodenwassers, stets feucht. Eine festgesetzte Ackerkrume, wie auf den flachbearbeiteten Böden oder nach der Herbstfurche, wird die Feuchtigkeit der Oberfläche durch den ungehinderten Wasseraufstieg noch mehr erhöhen. Eine untief gelockerte Oberfläche wird daher auf solchen Böden sogar bei trockener Witterung allmählich verschlammen, auseinanderfallen und verkrusten. Eine verkrustete Oberfläche wird die oberen Schichten der Ackerkrume am Tage schnell erwärmen, nachts abkühlen. Diese schädliche Krustenbildung wird durch eine Senkung des Bodenwassers erschwert, was bekanntlich mit Hilfe von Drainageanlagen, Abflußgräben und Wasserfurchen bewerkstelligt wird. Auch eine tiefe Lockerung des Bodens im Frühling wird die Bodenoberfläche in Niederungen abtrocknen. Die Porosität wird auf diese Art vergrößert, das Wasser wird sich senken, den Feuchtigkeitsgehalt der unteren Bodenschichten noch mehr erhöhen und die oberen Poren mit Wasserdünsten anfüllen. Dadurch wird aber ein guter Kontakt zwischen den Wurzeln und dem Boden hergestellt und zugleich eine trockene, lockere Oberfläche, die den Boden am Tage kühler, nachts wärmer hält und eine Erhöhung des Gradienten bewirkt.

Die Gemüsepflanzen sind große Wasserverbraucher und werden daher meist in feuchten Niederungen gezüchtet. Notwendige Voraussetzungen für die Erzielung von guten Ernten sind hier gute Drainageanlagen, Abflußgräben und ähnliches. Die Forderung der Gemüsezüchter, den Boden stets tief zu bearbeiten, wird, auch von den oben angeführten Gesichtspunkten aus betrachtet, nur berechtigt sein. Bei der Anwendung der Dammkultur wird aber eine im Frühling tiefgelockerte Ackerkrume nur auf sehr feuchten Niederungsböden in Frage kommen. In allen anderen Fällen haben die Dämme eine trockene Oberfläche, und man wird bei der Dammkultur diejenigen Maßnahmen, die den Grundsatz: fester Boden mit flachgelockerter Oberfläche verfolgen, anwenden müssen. Das Aufpflügen der Dämme im Frühling nach der Herbstfurche, was meist angewandt wird, ist nicht einwandfrei, da ein tiefgelockerter Boden nachbleibt. Die flache Bearbeitung der alten Dämme ohne Pflugschar, das Aufpflügen der Dämme im Herbst und das Walzen von im Frühling aufgeworfenen Dämmen werden eine festgesetzte Ackerkrume mit lockerer Oberfläche schaffen und die Ernte steigern (siehe Tabelle 6).

Ein dichter Pflanzenbestand beschattet den Boden und bedingt einen gleichen Gradient auf den verschiedenen Bodenvarianten. Das dichte Blattwerk ist eine Mulch, und es ist wohl nicht zufällig, daß eine gute Ernte dann mit Gewißheit erwartet wird, wenn das Blattwerk sich früh schließt.

Tabelle 6. Dammherstellungsmethoden und Ernteertrag nach Schätzung im Felde (1934)

Pflanzen	Dämme			
	flach bearbeitet	im Herbst aufgeworfen	im Frühling aufgeworfen und gewalzt	im Frühling aufgeworfen
Beeten	140	125	115	100
Möhren	150	130	125	100

In allen Vergleichen waren die Feuchtigkeits- und Reaktionsbedingungen des Bodens auf den stets nebeneinanderliegenden Versuchsstreifen (1 × 3—6 m) praktisch gleich. Nur bei den niedriggelegenen Versuchsstreifen hatte die Bodenoberfläche eine höhere Feuchtigkeit, was am Tage eine etwas höhere, nachts eine etwas niedrigere Temperatur der oberen Schichten der Ackerkrume (0 bis 15 cm) bedingte. Diese Änderungen der wichtigsten Mediumsbedingungen waren an und für sich zu gering, um direkt die Ernteunterschiede zu bewirken. Nennenswerte Unterschiede konnten nur am Gradienten des elektrischen Feldes ermittelt werden, und es fiel die Ernte dort schlecht aus, wo der Gradient schwach war.

Die bisher ausgeführten Untersuchungen über den elektrischen Zustand der Pflanzenumgebung erheben bezüglich der Genauigkeit und Glaubwürdigkeit der Messungsangaben noch keinen besonderen Anspruch. Gleichzeitige Messungen von verschiedenen Punkten unter den natürlichen Verhältnissen im Felde sind mit vielen Schwierigkeiten verknüpft, die erst überwunden werden müssen, und es kann in kurzer Zeit die Gesamtfrage nicht gelöst werden. Die Ergebnisse der ausgeführten Untersuchungen weisen aber darauf hin, daß viele agrotechnische Maßnahmen, die einen besseren Pflanzenwuchs bewirken, nicht die üblichen Mediumsbedingungen, sondern nur den elektrischen Zustand in der Pflanzenumgebung ändern. Dieser Umstand muß Aufmerksamkeit erwecken, um so mehr, da mehrfach ausgeführte Untersuchungen im Laboratorium, in Treibhäusern und im Freien einen Einfluß des elektrischen Feldes auf den Pflanzenwuchs feststellten.

Den Herren Institutsleitern J. A. Fonberstein, N. W. Kowalew, W. S. Sokolow und den Präsidiumsmitgliedern des Leningrader Gebietsrates, B. P. Posern und A. M. Smirnow, bin ich für bereitwilligst geleistete Unterstützung mit Rat und Tat zu großem Danke verpflichtet.

Literatur

A. Kähler, Die atmosphärische Elektrizität.

J. O. Musso, Bioklim. Beibl. 1934; Zeitschr. f. Pflanzenernährung, Düngung u. Bodenkunde: (B) 32, 8; (A) 32, 5; (B) 34, 7; (A) 34; (B) 35; Die soz. Pflanzenkultur (A) 8, 13 (russ.).

K. v. Rümker, Tagesfragen des modernen Ackerbaues.

O. Wauer, Der Feldgemüsebau.

Reinhold und Schmidt, Die Gartenbauwissenschaft 30, 8. Mulchierungsversuche.

Zwei spanische Sprichwörter

Von **Walter Knoche**, Madrid

Sprichwörter enthalten mitunter eine in Generationen erworbene Kollektiverfahrung. Es seien zwei solcher Sprichwörter, die sich auf das zentrale Spanien, insbesondere Madrid (40° 24′ N, 3° 41′ W, 667 m), beziehen, an dieser Stelle mitgeteilt:

1. Hasta despues del 40 de Mayo
   No te quitas el sayo,

oder in freier Übersetzung:

Bis nach dem 40. Mai sei gescheit,
Lege nicht ab das Überkleid.

Das Sprichwort ist alt, da es die altertümliche Form sayo (arab.) enthält, d. i. ein langer wollener Mantel, wie er vorzüglich in der kalten Jahreszeit von den unteren Kreisen getragen wurde. Die Zeit, in der man nach dem Volksmund seinen Körper vor Abkühlung schonen soll, dauert also bis zum 10. Juni. Die klimatische Beobachtung nun bestätigt fast mathematisch das Sprichwort. Durch die Liebenswürdigkeit des Herrn J. M. Lorente vom Servicio Meteorologico Español konnte ich in die handschriftlich vorhandene, auf 35 Beobachtungsjahren (1895 bis 1930) beruhende Temperaturkurve Einsicht nehmen, die einige charakteristische längere oder kürzere Perioden enthält, in der jedoch z. B. der Kälterückfall der „Eisheiligen“ zu fehlen scheint. Sicher aber ist, daß mit dem 11./12. Juni pünktlich, im Mittel und auch der Häufigkeit nach, ein sofort auffallender und der stärkste Wärmeanstieg des Jahres einsetzt. So hat der 12. Juni ein Tagesmittel von 22.7, der 23. Juni, an dem der rapide Aufstieg beendet ist, von 29.3°, d. h. in 11 Tagen nimmt die Lufttemperatur um 5.8° oder rund 6° zu. Vorher ist der Anstieg ein überaus langsamer: vom 13. April bis 12. Juni steigt nämlich das Thermometer um den gleichen Betrag von 5.8°, d. h. in 60 Tagen. Nach dem 23. Juni ist der Anstieg bis zum mittleren Tagesmaximum des Jahres wiederum ein sehr allmählicher, von 29.3° am 23. Juni auf 32.2° am 28. Juli, das sind 2.9° in 34 Tagen.

Fassen wir zusammen, so haben wir in der Zeit der stärksten Temperaturzunahme eine solche von 0.53° pro Tag, vorher eine von 0.10° und nachher von 0.08°. Der jährliche Verlauf der mittleren Temperaturminima zeigt, etwas abgeschwächt, ein analoges Verhalten. Der „sayo“ soll demnach getragen werden bis zum Einsetzen der kräftigen Erwärmung kurz vor dem Sommersolstitium, welche schlagartig fünfmal höher ist als in der vorhergehenden Periode. So hat die Volkserfahrung fast bis auf den Tag diesen Wechsel rein gefühlsmäßig erkannt.

2. El viento de Madrid	Der Madrider Wind,
Es tan fino y sutil,	Ein Hauch nur und so fein,
Que mata a un hombre	Er tötet einen Mann
Y no apaga un candil.	Und löscht kein Kerzelein.

Wiederum eine überlieferte Weisheit mit der altertümlichen Bezeichnung „candil“ (vgl. engl. candel und Kandelaber) für Kerze, die gleichfalls eine bioklimatische Wahrheit enthält. Zunächst ist bekannt, daß unter Umständen ein schwacher kalter Wind, wenn er auch im physikalischen Sinne weniger Wärme entzieht, als eine kräftige Luftbewegung oftmals als kalt und sogar eisig empfunden werden kann, wahrscheinlich weil dann die erregende Wirkung auf eine (reaktionsfähige) Haut mit kräftiger Durchblutung derselben fehlt. Es wird insensiblen Luftströmungen nicht nur volkstümlich eine Bedeutung bei Erkältungskrankheiten zugeschrieben [1]).

Das angeführte Sprichwort bezieht sich nach J. M. Lorente nach ärztlicher Einsicht und volkstümlicher Meinung auf winterlich klimatische Verhältnisse. Zu dieser Zeit ist die Lungenentzündung besonders gefürchtet. In der Tat steigt die Mortalität der akuten Bronchitis (Madrider Mittel 1921 bis 1930) vom November mit 43 plötzlich auf 119 Fälle im Dezember, und weiter auf 184 im Januar, während der Februar mit 116 Fällen dem Dezember fast gleich ist. Danach beginnt der Abfall, und im August beträgt die Sterblichkeit an der genannten Erkrankung nur noch 17. Ganz ähnlich, nur abgeschwächter, verläuft die Mortalitätskurve der Pneumonie. In dieser Hinsicht besteht ein Unterschied gegenüber dem im großen und ganzen ähnlichen etesialen Klima von Santiago de Chile. Hier herrscht berechtigte Furcht vor schweren Erkältungen bzw. gelegentlich akut und rapid letal verlaufenden Bronchopneumonien gerade im Sommer. Die nächtliche Abkühlung nach heißen Tagen beginnt sprunghaft nach Sonnenuntergang. Die Bevölkerung der chilenischen Hauptstadt geht sommerlich leicht bekleidet am Nachmittag aus und wird nach zwei bis drei Stunden von den von der Hochkordillere herabsinkenden kalten Luftmassen ohne genügenden Kleiderschutz betroffen.

„El viento fino y sutil de Madrid“ bezieht sich nun auf den wärmeentziehenden winterlichen NE-Wind, der unterschiedslos tags und nachts wehen kann. Diese oft schwache NE-Strömung gerade wird als gefährlich für die Respirationsorgane der Bewohner der Hauptstadt angesehen. In der Tat sind in Madrid 27 % aller winterlichen NE-Winde, denen an zweiter Stelle mit 17 % solche aus südwestlicher Richtung folgen. Zur Sommerszeit halten sich Luftströmungen aus SW (21 %) und NE (19 %) die Waage. Während nun in der kalten Jahreszeit SW-Winde unter dem Einfluß atlan-

[1]) Bespr. M. Neisser: F. Munk, Elektrische Funktionsvorgänge in der Haut, aus der Dtsch. med. Wschr. **60**, 1619, 1934 in Biokl. Beibl. 1934, S. 188, Heft 4.

tischer Depressionen bei Wanderung der iberischen Antizyklone nach Osten relativ warm, feucht, regenbringend das Tajotal heraufsteigen, erscheint der NE als ein durch die Morphologie des SW—NE verlaufenden Tajobeckens abgelenkter „Norte"! Dies geschieht unter dem Einfluß einer westmittelmeerischen Depression (über dem Golf von Lion), wenn an sich kalte antizyklonäre kontinentale Luftmassen die schneebedeckten Pyrenäenkämme überwinden.

Der NE-Wind in den Monaten Dezember bis Februar, an sich eisig, besitzt überdies im Verhältnis zum SW (83 %) eine um 6 % geringere relative Feuchtigkeit, so daß physiologisch seine Austrocknung, eine bedeutende und für die Respirationsorgane sogar subjektiv fühlbare ist. Bei solcher Witterung schützen sich alle Spanier Mund und Nase durch die wollene „bufanda". Dabei beträgt die mittlere Windgeschwindigkeit bei vorwiegenden NE im Dezember 318 km/Std. als Maximum, im Mai z. B. bei vorherrschenden SW 451 km/Std. Auch die Bewölkung spiegelt die verschiedenen klimatischen Bedingungen bei Winden aus NE und SW wider, indem im Mittel der Wintermonate die Himmelsbedeckung 39 % gegenüber 65 % beträgt. Bei NE wird die nächtliche Ausstrahlung begünstigt; die Temperatur auf den Hochflächen Aragoniens und Neukastiliens, über welche der abgelenkte „Norte" streicht, sinkt oft um beträchtliche Grade unter den Nullpunkt.

So erklärt sich die hohe Erkrankungszahl und Sterblichkeitsziffer an Lungenentzündung bei an sich schwacher Luftbewegung, die besonders früher in den engen Straßen der Altstadt noch weitgehend abgedämpft wurde als Folge kräftiger Wärmeentziehung, verbunden mit Reizung der Atmungsorgane durch Lufttrockenheit. Hiermit verbunden und gleichfalls als reizendes Agens wirkend, ist der Staub, der, gerade an NE-Tagen den Hochflächen entstammend, alle Möbel in den Räumen so rasch bedeckt, daß sie schon zwei Stunden nach dem Staubwischen wiederum eine weißgraue Schicht aufweisen. Jeder Deutsche in Madrid empfindet diese spezifische Kälte selbst bei der nur schwach wärmenden Sonne und bei Temperaturen über 0° im Vergleich zu den viel erträglicheren Frosttagen bei Schnee und Eis in der Heimat. Doch wird dies Empfinden mitbedingt durch die mangelhafte Heizung in den Wohnungen, durch den geringen Schutz, den die Verkehrsmittel bieten, und anderes mehr. Auch zeigen die für den Sommer berechneten Häuser, soweit es nicht moderne Eisenzementhochbauten sind, eine recht erhebliche „Porosität". Der Madrider rät allen Fremden, sich selbst im geheizten Zimmer zur Nachtzeit eine Jacke über das Pyjama zu ziehen, wobei er selbst, unbewußt vielleicht wegen erhöhter Austrocknung, gern auf Heizung verzichtet. Der unmerkliche Zug, der „viento tan fino y sutil", ist eben bis in die Wohnräume hinein ein gefährlicher Feind [2]).

[2]) Vgl. Prof. E. Alt, Klimakunde von Mittel- und Südeuropa (Klimatabellen), in Köppen-Geiger, Handbuch der Klimatologie.

Eine Untersuchung des „atmosphärischen Magnetometers" des Abbé Fortin

Mit 1 Abbildung

Von F. Linke, Frankfurt a. M.

Zusammenfassung. Die Schwingungen des Fortinschen Apparates werden durch Luftströmungen im Gehäuse erklärt.

Der Züricher Ingenieur E. K. Müller hat seit Jahren eine Reihe von fleißigen Untersuchungen mit einem merkwürdigen Apparat gemacht, dessen Konstruktion auf den französischen Abbé Fortin [1]) zurückgeht („magnétomètre atmosphérique"), der dann später von dem Berner Ingenieur A. Schmid wieder der Vergessenheit entrissen, zum Deutschen Reichspatent angemeldet und mit dem Namen „*Quellensucher*" bezeichnet wurde. Er besteht aus einer nichtgeschlossenen Weicheisenspirale, deren einzelne Windungen und Lagen voneinander isoliert sind, über der eine unmagnetische Aluminium- oder eine schwachmagnetische Eisennadel aufgehängt ist, und zwar so, daß die Achse der Spirale und Nadel in der Kompaßrichtung liegen. Die Behauptung von Fortin und anderen geht nun dahin, daß die Nadel in Schwingungen gerät bei irgendwelchen geophysikalischen Störungen (wie Erdbeben, Stürme, Gewitter usw.), und zwar häufig schon tage- und stundenlang vorher. A. Schmid hat diesen Apparat mit einer schwachmagnetischen Nadel dann zum Quellensuchen verwandt und behauptet, daß über fließendem Wasser die Nadel von selbst in Schwingungen gerät. E. K. Müller hat jahrelang photographische Registrierungen mit schwachmagnetischen und unmagnetischen Nadeln gemacht und die automatischen Schwingungen, die bei schwachmagnetischer Nadel einige Grade, bei unmagnetischer Nadel jedoch viertel und halbe Umdrehungen betragen können, bestätigt.

[1]) A. Fortin: Le magnétisme atmosphérique. Paris 1890. E. K. Müller: Über die Empfindlichkeit des menschlichen Körpers elektrischen und verwandten Kräften gegenüber usw. Buchdruckerei Ragaz A.-G. 1922 (S. 56). E. K. Müller: Objektiver elektrischer Nachweis der Existenz einer Emanation des lebenden menschlichen Körpers usw. Komm.-Verlag von Benno Schwabe & Co., Basel 1932.

In einem früheren Aufsatz [2]) habe ich bereits mitgeteilt, daß in der Tat Bewegungen der Nadel auftreten, jedoch hinzugefügt, daß ich schwache Luftströmungen in dem übertrieben hohen Holzkasten mit Glasfenstern, an dessen Grunde sich die Nadel befindet, dafür verantwortlich mache. In der Tat zeigten sich bei Verkleinerungen des Kastens diese Schwingungen nicht mehr.

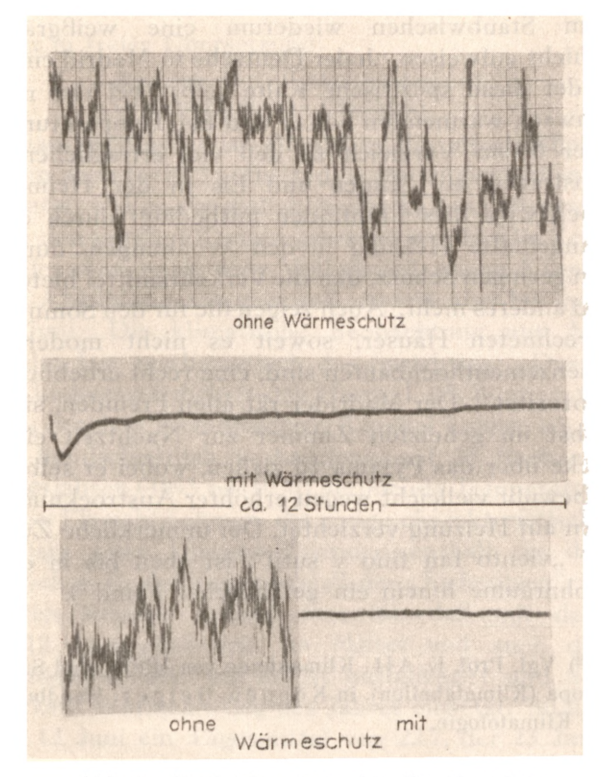


Abb. 1. Registrierungen des Fortinschen „atmosphärischen Magnetometers“ mit und ohne Wärmeschutz in einem „isothermen“ Raume

[2]) F. Linke: Über Kraftquellen im Erdboden und ihre Bedeutung für den Organismus. „Der Balneologe“ 1, 263, 1934.

Auf wiederholte Bitten des Herrn E. K. Müller habe ich noch einen letzten Versuch machen lassen und photographische Registrierungen einer unmagnetischen, an einem starken Quarzfaden aufgehängten Nadel ausführen lassen, und zwar in einem tiefliegenden fensterlosen Kellerraum, der nach Ausweis des Thermographen als isotherm betrachtet werden kann. Beifolgende Figur zeigt zwei Registrierungen, an denen starke Schwingungen bis zu 10° Amplitude auftreten, wenn sich Weicheisenspule und Magnetnadel in einem Gehäuse aus dickem Pertinax mit daraufgesetzter gläserner Suspensionsröhre *ohne besonderen Wärmeschutz* befinden. Wenn hingegen dieser Apparat in eine weite Papprohre, die mit Watte ausgestopft war, vollkommen eingepackt wurde, ergaben sich die beiden fast linearen Kurven ohne merkliche Schwankungen.

Hieraus ist zu entnehmen, daß selbst in einem so gut wie isothermen Kellerraum durch die niemals auszuschließenden schwachen Konvektionsströme infolge Wind und Luftdruckschwankungen geringe Temperaturänderungen auftreten, die sich auch innerhalb des Registrierapparates bemerkbar machen. Da die unmagnetische, an einem Quarzfaden aufgehängte Nadel eine außerordentlich geringe Richtkraft hat, können selbst kleine Luftströmungen sie erheblich aus ihrer Normallage ablenken.

Mit diesem Versuch glaube ich den endgültigen Beweis erbracht zu haben, daß geheimnisvolle Fernkräfte, wie sie Fortin, A. Hoffmann [3]), A. Schmid und E. K. Müller als Ursache der Variationen des Fortinschen Apparates in Anspruch nehmen, nicht vorhanden sind.

[3]) Albert Hoffmann: Magnetische Kräfte in der Atmosphäre. Verlag Oswald Mutze, Leipzig 1923.

Bericht über die Tagung der Internationalen Kommission für Landwirtschaftliche Meteorologie in Zoppot vom 28. bis 30. August 1935

Von **Wilhelm Schmidt,** Wien

Diese Kommission, die einen Teil der Internationalen Meteorologischen Organisation bildet, ist jene Stelle, die am nachhaltigsten die praktische Zusammenarbeit zwischen Meteorologie und Pflanzenbau auf der ganzen Erde beeinflussen kann. Unter dem Präsidenten Axel Wallén hatte sie sich eine übersichtliche Sammlung der ganzen Kenntnisse über Beziehungen der Ernteerträge zur Witterung in allen Ländern, eine der Literatur auf dem Grenzgebiete zwischen Meteorologie und Landwirtschaft und eine laufende Berichterstattung über die Fortschritte in den einzelnen Ländern zur Aufgabe gemacht. Unter dem nach A. Walléns Tode neu gewählten Präsidenten, dem Berichterstatter, sollen alle diese Berichte fortgeführt werden, doch ergibt sich die Notwendigkeit, einheitliche Richtlinien über Art und Umfang der Darstellungen auszuarbeiten. Seit der letzten Tagung waren derartige Zusammenstellungen aus den verschiedensten Ländern eingelaufen. Die Berichte über die Zahl der Frost- und Eistage sind bis auf bestimmte Lücken vollständig, solche über Witterung und Ernteertrag, zum Teil mit ausführlichem Literatur-

verzeichnis, liefen aus 4, über Arbeiten in landwirtschaftlicher Meteorologie in den letzten drei Jahren aus 12 Ländern ein.

Die Kommission war bei ihrer letztvorhergegangenen Tagung in München 1932 an die Frage der Verhältnisse in der bodennahen Luftschicht herangetreten und hatte einen Ausschuß bestellt, der Richtlinien für deren Beobachtung ausarbeiten sollte. Das nunmehr von Herrn Knoch vorgelegte ins einzelne gehende Programm sieht zu dem Zwecke gleichartige Untersuchungen in möglichst rein ausgeprägten Klimaten unter wissenschaftlicher Leitung vor; sie sollen auf freiem Platze über Rasen mit registrierenden elektrischen Widerstandsthermometern besonderer Ausführungsform gewonnen werden. Auf solche Weise wird man das zunächst notwendige streng vergleichbare Material bekommen. Diese hohen Anforderungen erlauben es aber nicht, dergleichen Untersuchungen an vielen Plätzen vorzunehmen; deshalb wurde die Subkommission ersucht, die Beobachtungsmöglichkeit mindestens an mehreren Stellen dadurch zu erweitern, daß ermittelt wird, inwieweit einfachere Anordnungen imstande sind, die vorgesehenen zu ersetzen.

Ebenfalls in München war der Beschluß gefaßt worden, sich an die Strahlungskommission, eine Schwesterkommission der für landwirtschaftliche Meteorologie, zu wenden mit der Bitte um Angabe von einfachen Instrumenten zur Messung der Strahlung für landwirtschaftlich-meteorologische Zwecke. Dem von der Strahlungskommission eingelaufenen Bericht ist zu entnehmen, daß im allgemeinen für die Dauer des Sonnenscheins der Apparat von Campbell-Stokes empfohlen wurde, nur von zwei Stellen daneben noch der von Jordan. Für die Messung der Einstrahlung der Aktinograph Robitzsch, der Solarigraph Moll-Gorczynski, daneben noch vereinzelte Instrumente wie Pyranometer Ångström, Aktinometer nach Michelson, Schwarzkugel von Linke usw. Für Bewölkung und Ausstrahlung während der Nacht wurden nur sehr wenige Instrumente empfohlen, zunächst der bloß für höhere Breiten brauchbare Polar-Star-Rekorder, von einer Stelle ein Thermoelement zur Registrierung, von einer anderen Registrierung der Temperatur einer Schwarzkugel wie bei Tag. Im wesentlichen verschieden von den meisten anderen Vorschlägen ist der von Wilhelm Schmidt eingebrachte, der nur die einfachen Einrichtungen (z. B. Campbell-Stokes und Robitzsch-Aktinograph) empfiehlt, daneben aber darauf hinweist, daß man heutzutage schon sehr weitgehend die Verteilung der Strahlung auf der Erde, ihren täglichen und jahreszeitlichen Gang und ihre sonstigen Abhängigkeiten kennt, so daß man höchstens ganz wenige Stichproben an den besonderen Orten zu machen hat, um alle Einzelheiten zu beherrschen. Die Art der Verwendung und allgemeine Angaben werden an Beispielen gezeigt.

Da in manchen Ländern das Lucimeter Bellani in seiner ursprünglichen Form oder in der wesentlich verbesserten von Henry Verwendung findet, wurde die Strahlungskommission noch um einen zusätzlichen Bericht über dieses Instrument gebeten.

Herr Braak legt nach Notizen des vor zwei Jahren verstorbenen Herrn Bos einen Bericht über die international zu empfehlende phänologische Liste vor. Sie enthält, da man allen störenden Einflüssen verschiedener Varietäten und dergleichen ausweichen muß, bloß fünf Phasen. Es werden alle Institute gebeten werden, gerade diese fünf mit in ihre Liste aufzunehmen, da offenbar nur sie einen sehr guten Vergleich verschiedener Vegetationsphasen über einem weiten Gebiete der Erde ermöglichen.

Herr Chaptal weist in einem Vortrag darauf hin, welche Bedeutung die von den Instrumenten im allgemeinen nicht erfaßbare unsichtbare Kondensation für den praktischen Pflanzenbau besitzt. Es wird eine Zusammenarbeit beschlossen, die für die nächste Tagung einen Bericht über die Erfahrungen vorzulegen hat.

Herr P. Weickmann erörtert die Möglichkeit einer langfristigen Erntevorhersage wenigstens für England und Deutschland, da die in den verfügbaren Reihen auftretenden zeitlichen Periodizitäten auf Grund der Methode der Symmetriepunkte einen Schluß auf die künftige Entwicklung zulassen. Es wird der Wunsch ausgedrückt, bei Ernteerträgen sicheres Material für derartige Untersuchungen aus verschiedenen Ländern zur Verfügung zu haben.

Es folgen Berichte über den Stand der Agrarmeteorologie in Polen (Herr Lugeon), im Deutschen Reich (Herr K. Knoch) und in Ungarn (Herr Réthly). Besonders wird dabei hingewiesen auf die streng naturwissenschaftliche Richtung in der Behandlung praktischer landwirtschaftlicher Aufgaben, aus der die Volkswirtschaft den größten Nutzen ziehen wird. Vorgelegt wird ferner eine im deutschen Reichswetterdienst ausgearbeitete und laufend fortzusetzende Bibliographie über das Gebiet der Agrarmeteorologie. Sie wird Benutzern gerne zur Verfügung gestellt. Herr Mercanton bespricht Fragen des Weinbaues.

Es folgen verschiedene Berichte, z. B. über die Anwendung meteorologischer Beobachtungen bei der Bekämpfung von Heuschrecken (Herr Brooks), Anregungen über eine Reihe von Fragen, z. B. über die Verwendung von kürzeren Berichtszeiträumen (Sir Napier Shaw), ferner Literatur der verschiedensten Arten aus Indo-

china, Portugal, Brasilien, schließlich auch die Vorlage der Bioklimatischen Beiblätter.

Auf einen Bericht Herrn Kincers (Washington) hin beschließt die Kommission, eine engere Zusammenarbeit aller Wissenschaftler auf dem Gebiete der landwirtschaftlichen Meteorologie anzubahnen. Es wird eine kleine Subkommission erwählt, die auch vom Internationalen Landwirtschaftsinstitut in Rom beschickt werden soll.

W. Schmidt stellt schließlich den Antrag, das Studium der willkürlichen Klimabeeinflussung als besonderes Arbeitsprogramm aufzustellen. Im besonderen wäre dabei gedacht an Bewässerung, an Herabsetzung der Transpiration der Pflanzen durch Schutz gegen Wind, an Entwässerung, Aufforstung und dergleichen. Dazu werden zunächst die Landesstellen gebeten, das bereits vorliegende Material zusammenzustellen; aus diesen Berichten sollen sich die Grundlinien für ein intensives Studium der meteorologischen und physikalischen Einzelheiten ergeben.

Ein ausführlicher Tagungsbericht, der insbesondere alle von den einzelnen Stellen eingelaufenen Berichte und Anträge umfaßt (über 300 Seiten!), wird demnächst im Druck erscheinen und ist vom Sekretariat der Internationalen Meteorologischen Organisation, De Bilt bei Utrecht, Utrechsche weg 194, Niederlande, zu beziehen.

Literaturbericht

Physik und Meteorologie

Lange, Bruno. Die Photoelemente und ihre Anwendung. 1. Teil. Entwicklung und physikalische Eigenschaften. Leipzig, Johann Ambrosius Barth. 8⁰. VI, 132 S., 100 Abbildungen, 1936.

Die Photoelemente, an deren theoretischer und praktischer Entwicklung der Verf. wesentlichen Anteil hat gewinnen für Meßzwecke immer weiter steigende Bedeutung. Ihre Unabhängigkeit von einer Stromquelle und das auch sonst einfache Meßverfahren empfehlen sie gerade für Anwendungen über das eigentliche Gebiet der reinen Meteorologie hinaus, vor allem gegen die biologischen Anwendungen hin. Ablesungen an Langezellen waren so z. B. die Unterlage für die Bestimmung des Lichtgenusses unter einem Obstbaum (Wilh. Schmidt, Fortschr. d. Landw. 8, 29, 1933, Heft 2), in Wäldern (F. Lauscher und W. Schwabl, Bioklim. Beibl. 1, 60, 1934, Heft 2), für das Eindringen der Strahlung in das Wasser der Meere (Pettersson, in diesem Heft) und das der Seen (O. Eckel, Sitzber. d. Akad. d. Wiss., Wien, 1934 und 1935).

Allerdings muß man doch eine gewisse Kenntnis der Behandlung mitbringen, da sich sonst eine Reihe Fehlerquellen unliebsam auswirkt. Da ist nun das vorliegende Buch schon in seinem ersten, mehr theoretischen Teil von großem Wert. Es zeigt die verschiedenen grundlegenden Ausführungsarten von Zellen, ihre Vor- und Nachteile, insbesondere ihre Abhängigkeit von physikalischen Bedingungen, vor allem von der Temperatur und vom Widerstand des Stromkreises. Wichtig sind für den Praktiker die Angaben über die spektrale Verteilung der Empfindlichkeit und die des letzten Kapitels über Haltbarkeit und Ermüdung.

Jedem, der mit Photozellen zu arbeiten gedenkt, ist anzuraten, daß er sich mit seinem Handwerkszeug bekannt macht, wozu ihm Langes Veröffentlichung, die viel Eigenes enthält, dienlich sein kann.

Wilhelm Schmidt.

Kosmath, W. Ein Verfahren zur Messung des augenblicklichen Radongehaltes der Freiluft in Kurorten mit radioaktiven Quellen. Wien. Akad., Akad. Anzeiger 12, 1—3, 1935.

Das beschriebene Verfahren eignet sich zur Messung des Radongehaltes der Luft in Kurorten mit radioaktiven Quellen, also *bei erhöhtem* Radongehalt. Es ist für diesen Zweck die vom Verf. für die Messung der Bodenexhalation benutzte Apparatur brauchbar, wobei allerdings zur Feststellung des täglichen Ganges (Messungen alle 2 Stunden) noch ein drittes Ionisationsgefäß angebaut werden muß. Eine der Kammern dient als Kompensationsgefäß, in den beiden anderen wird abwechselnd alle 2 Stunden Freiluft auf ihren Radongehalt untersucht, wobei die Messung nach Eintritt des radioaktiven Gleichgewichtes vorgenommen werden muß. Bei einer Empfindlichkeit des Lindemann-Elektrometers von 400 Skalenteilen pro Volt würde ein Radongehalt von $400 \cdot 10^{-18}$ Curie pro cm³ einen Ausschlag von 30 Skalenteilen in 5 min verursachen. Es gelang dem Verf. infolge unregelmäßiger Fadenbewegung nicht über die erwähnte Elektrometerempfindlichkeit hinauszukommen; ließe sich die Empfindlichkeit auf 1000 Skalenteile pro Volt steigern (was nach der Ansicht des Ref. durchaus möglich sein müßte), so könnte die Apparatur auch für Messungen an Orten mit geringerem Radongehalt Verwendung finden; diesbezügliche Versuche sind im Gange.

N. Weger.

Kosmath, W. Die Exhalation der Radiumemanation aus dem Erdboden und ihre Abhängigkeit von den meteorologischen Faktoren. 1. Teil: Gerlands Beitr. 40, 226—237, 1933; 2. Teil: ebenda 43, 258—279, 1934.

Bei den Emanations- und Exhalationsmessungen nach Joly und Smyth befindet sich die exhalierende Bodenoberfläche unter Bedingungen, die mehr oder minder stark von den natürlichen abweichen. Die Versuchsdauer ist hierbei so lang (1 Stunde), daß die die Exhalation bestimmenden Faktoren — Bodentemperatur, Bodenfeuchtigkeit und Porenvolumen — dabei sicherlich eine Änderung erfahren und so die natürlichen Verhältnisse nicht richtig wiedergeben. Bei den vom Verf. angewandten Verfahren ist die Meßzeit auf maximal 10 min herabgesetzt, wodurch eine gute Annäherung an die natürlichen Bedingungen erzielt wird. Die dem Boden entströmende Emanation wird nicht in Kokosnußkohle adsorbiert, sondern unmittelbar in ein Ionisationsgefäß geleitet. Die im Laufe von 10 min sich ansammelnde Emanationsmenge genügt, um eine einwandfreie Messung mit der empfindlichen Apparatur zu gewährleisten; da aber die Meßanordnung sich nur für Laboratoriumsarbeit eignet, greift Kosmath auf das Prinzip der

Adsorption mittels Kokosnußkohle zurück. Die Meßmethode stimmt dann im wesentlichen mit der von Joly und Smyth überein. Die Saugvorrichtung ist transportabel, die mit der Emanation angereicherten Kohlensäulen können an dem dem Ansaugtag folgenden Tag elektrometrisch im Laboratorium untersucht werden. Die zylindrische Ionisationskammer besitzt bei einem Durchmesser von 20 cm eine Höhe von 30 cm. Eine Empfindlichkeit von 78 Skalenteilen pro Volt des Lindemann-Elektrometers genügt, um eine Aufladung von mehr als 30 Skalenteilen in 3 min zu erzielen. Die Apparatkonstante wurde mit Hilfe einer Ra-Normallösung bestimmt.

Im 2. Teil der Arbeit werden die Ergebnisse der auf einer Wiesenfläche in Liebenau bei Graz in den Jahren 1933 bis 1934 ausgeführten 334 Messungen mitgeteilt. Die geologische Beschaffenheit des Untergrundes wird ausführlich geschildert. Die Ansaugdauer mußte allerdings wegen des zu kleinen Meßeffektes von 10 auf 15 min erhöht werden. Da die Aufladung des Elektrometers bei dem mit Freiluft gefüllten Ionisationsgefäß („Rest-Strom") gewissen Schwankungen unterlag und einen Fehler von 3.5 % verursachte, führte der Verf. nachträglich eine Reihe von Kontrollmessungen unter Verwendung der Differentialschaltung von Hess durch. Die Einzelwerte streuen stark. Eine Abhängigkeit der Exhalation von den verschiedenen meteorologischen Faktoren konnte nicht festgestellt werden; nur der Regen mit seinen Folgeerscheinungen scheint von großem Einfluß zu sein. Meßreihen bei Regen werden angeführt und eine Deutung der hierbei sich abspielenden Vorgänge wird gegeben. Einige Überlegungen über den jährlichen Gang der Exhalation finden durch die nur in den Sommermonaten vorgenommenen Messungen leider keine genügende Stütze. N. Weger.

Klimakunde

Amelung, W. Herbstkuren im deutschen Südwesten (Schwarzwald, Taunus und Odenwald). Dtsch. med. Wschr. 1935, Nr. 35.

Verf. weist auf die besonders günstigen klimatischen Verhältnisse im deutschen Mittelgebirge gerade während der Übergangszeiten (Frühjahr, Herbst) hin. Zumal der milde Herbst zeigt sehr ausgeglichene Verhältnisse und stellt sehr geringe Belastungsansprüche an den Körper im Gegensatz zu den Zeiten mit häufigen und starken Witterungsumschlägen. Der „Altweibersommer" im Südwesten des Reiches ist ein meteorologisches Faktum. Die Herbstmonate sind wärmer als die Frühjahrsmonate, und zumal die an Hängen gelegenen Kurorte zeigen viel mehr Sonnenscheinstunden als die benachbarte Ebene. Entsprechend den höheren Temperaturen und der geringen Windbewegung haben die Mittelgebirgskurorte im Südwesten von Deutschland im Herbst geringere Abkühlungsgrößen als im Frühjahr und wesentlich geringere im Vergleich zum Flachland, den deutschen Meeresküsten und zur Gipfellage des Gebirges. Das Klima dieser Kurorte ist ein ausgesprochenes Schonungsklima. Der Verf. erwähnt dann die besonderen medizinischen Indikationen, wie z. B. Herzkrankheiten, für Rekonvaleszenten, Schwächlinge, Basedowiker und andere. M. Neisser.

Kosmath, Walter und Gerke, Otto. Das radioaktive Klima und das radioaktive Milieu von Bad Gastein, seine bioklimatische und balneologische Bedeutung. S.-A. Wiener Ber. 144 (2 a), 339—355, 1935, Nr. 5/6; auch Wiener Anz. 1935, S. 140—141, Nr. 15.

Als Vergleichseinheit für die klimatischen radioaktiven Messungen in Bad Gastein wird der „normale mittlere RaEm-Gehalt der Freiluft": $1.3 \cdot 10^{-16}$ Curie/cm^3 zugrunde gelegt und als neue balneologische Einheit mit „1 Aer" bezeichnet. (Ref. hält die Einführung dieser neuen Einheit nicht für erforderlich, unter Umständen sogar für irreführend.) Unter Vernachlässigung der hohen Freiluftwerte in der Umgebung des Hauptquellenstollens ergibt sich ein für Bad Gastein maßgeblicher Mittelwert von rund 9 Aer. Der Em-Gehalt in den Räumen von Kurhäusern mit Thermalbädern ist rund 7 mal höher als in solchen ohne eigene Badeanlagen. Die Zahlen 9 bzw. 7 werden als Charakterzahlen für das radioaktive „Klima" bzw. „Milieu" von Bad Gastein bezeichnet. Der Em-Gehalt in den Badekabinen variiert je nach der Einlaßart des Bades zwischen 1200 und 4000 Aer (0.56 und 1.85 M. E.). In den Quellstollen herrschen Konzentrationen von 9200 Aer (3.3 M. E.). Das Trinkwasser enthält 4 M. E., die Gasteiner Ache vor bzw. nach dem Wasserfall 0.33 bzw. 0.28 M. E. Der mittlere Em-Gehalt der Bodenluft sowie die mittlere Exhalation weisen keine Besonderheiten auf. — Die Ergebnisse werden bioklimatisch und balneologisch bewertet (Em-Gesamtangebot an den Organismus); dem radioaktiven Milieu von Bad Gastein wird eine balneologische Bedeutung zuerkannt. H. Israël-Köhler.

Israël-Köhler, H., Ameely, L., Opitz, E. Über ein bisher wenig beachtetes Kurmittel. Klin. Wschr. 1936.

Neben der Radium-Emanation (RaEm) im Quellwasser ist die der Bodenluft wenig beachtet worden. Über geologisch-tektonischen Störungen (längs den Bewegungslinien größerer Gesteinsmassive) kann die Boden-Em auf den tausendfachen Wert der Norm (normale Konzentration 1 bis 2 Em) ansteigen, und ihre praktisch-therapeutische Erschließung für Orte mit Mineralquellen, deren Untergrund besonders zerklüftet ist, ist anzustreben. Aus einem normal Ra-haltigen Gestein kann infolge starker Zerklüftung der obersten Schichten eine Quelle hoher Em-Konzentration entspringen. Mit anormalem Emanationsgehalt ist häufig erhöhter CO_2-Gehalt verbunden (9.8 % Nauheim). Am Grund der bereits erzielten praktischen Ergebnisse der Untersuchungen von Israel-Köhler in Bad Nauheim werden eingehende Vorschläge zur Ausnutzung der Boden-Em gebracht, am besten direkte Atmung des aus dem Boden gesaugten Luftstroms mit Maske. Darstellung der bekannten medizinischen Grundlagen der Em-Therapie. Amelung.

Lahmeyer, F. Therapeutische Möglichkeiten in Ägypten. Fortschr. Therapie 1935, S. 552.

Das oberägyptische Trockengebiet ist das klassische Land zur Behandlung von subchronischen und chronischen Nieren- sowie von rheumatischen Erkrankungen. Über die klimatische Wirkung steht folgendes fest: Im Wüstenklima ist die Wasserabgabe seitens Haut und Lunge abnorm gesteigert, und zwar durch einfache physikalische Verdunstung (perspiratio insensibilis). Die N-Ausscheidungen sind gering, die NaCl-Ausscheidung beträgt bei

stärkerem Schwitzen (Sonnenbad, Gehen an warmen Tagen) 2 bis 3 g. Der hauptsächlichste Heilfaktor ist die Beeinflussung der Nieren im Sinne einer aktiven Hyperämie durch konsensuelle Reaktion zwischen Haut und Nierengefäßen, die gleichmäßig warme Lufttemperatur und Sonnenstrahlung bewirkt stärkste Hautdurchblutung. Voraussetzungen der Kur sind ein leistungsfähiges Herz und noch genügend funktionierendes Nierengewebe. Unter diesen Voraussetzungen eignet sich Ägypten für genuine und sekundäre Schrumpfnieren, Hypertonien und vor allem Glomerulonephritiden und Nephrosen (bei letzteren Trockenkost). Kurdauer 6 Monate im Winter. Lungentuberkulose ist kontraindiziert, geeignet sind Knochentuberkulosen, desgleichen Bronchitiden.

Amelung.

Härtel, F. Die Heilbäder Japans. Balneologe 1935, S. 302.

Die Arbeit enthält unter anderem eine Liste der japanischen Kurorte und interessante klimatische Ausführungen. Amelung.

Lossnitzer. Grundsätzliches zur Heilklimaforschung. Balneologe 1935, S. 385.

Programmatische Ausführungen. Amelung.

Höhenklima und Luftfahrtmedizin

Wolfer, R. Asthma und Höhenklima. Acta Davosiana 1935, Nr. 11.

W. sah in Davos bei entsprechender desensibilierender Behandlung mindestens 90 % Dauererfolge; auch die bronchitische Form des Asthmas ist sehr geeignet. Frühzeitiges Einsetzen der Behandlung ist ratsam. Besprechung der Pathophysiologie des Asthmas. (Vgl. die Arbeit von Wittkower und Wolfer, Ref. dieser Zeitschr. 1935, S. 190.) Amelung.

Wolfer, R. Les effets de l'altitude. Arch. med.-chirurg. Paris 1935.

Ausführliches Übersichtsreferat über die Wirkungen der Hochgebirge mit zahlreichen Literaturangaben.

Amelung.

Jongbloed, J. Über das psychische Verhalten während kurzen Aufenthaltes auf 5000 m Höhe. Klin. Wschr. 1935, S. 1564.

Fliegen in Höhen über 5000 m kann die Leistungsfähigkeit der Flieger und der Radiotelegraphisten sehr beeinträchtigen und die Passagiere schädigen. Im Unterdruckraum wurden die Reaktionsgeschwindigkeiten geprüft. Die psychische Leistungsfähigkeit war herabgesetzt und einige der Versuchspersonen hatten dauernde Beschwerden. In Höhen über 5000 m ist Sauerstoffzufuhr für die Passagiere nötig, für die Mannschaft erwünscht. Atemmasken sind unpraktisch; es ist kontinuierliche Sauerstoffzufuhr durch Ventilation notwendig.

Amelung.

Muralt, A. von. Zur Frage der Blutregulation im Höhenklima. Schweiz. med. Wschr. 1935, S. 461.

Ausführliche Veröffentlichung des Heidelberger Vortrags. (Vgl. diese Zeitschrift 1935, S. 40.) Amelung.

Theoretische Medizin

Edström, Gunnar. Studies in natural and artificial atmospheric electric ions. Lund 1935. 83 S.

Nach einem ausführlichen geschichtlichen Überblick über die Frage der Beeinflussung des menschlichen Körpers durch die Luftelektrizität, einer kurzen Wiedergabe der Theorie der luftelektrischen Elemente und einer Schilderung der früheren Versuche, mit Hilfe künstlicher Ionen oder Raumladungen therapeutische Effekte zu erzielen, berichtet der Verf. über die von ihm wiederholten Versuche von Strassburger und Happel mit der Dessauerschen Ionenapparatur; er kommt hierbei zu dem Ergebnis, daß, wenn auch nicht alle Versuchspersonen auf unipolar beladene Luft reagierten und die Reaktion bei demselben Individuum nicht regelmäßig eintrat, so doch bestimmte konträre Wirkungen der positiv und negativ beladenen Luft erzielt wurden; eine *nachhaltende* physiologische Einwirkung, wie sie Strassburger und Happel beobachteten, konnte er dagegen nicht feststellen. Es wird eine eingehende Beschreibung der Versuche über Änderungen der alveolaren CO_2-Spannung und der Muskel- und Sensibel-Chronaxie gebracht. Die bei Durchgang von meteorologischen Fronten auftretenden sogenannten „rheumatischen" Schmerzen erklärt der Verf. durch Herabsetzung der Chronaxie infolge Änderung der luftelektrischen Verhältnisse. Das nicht immer regelmäßige Eintreten der Reaktionen auf unipolar beladene Luft sei eine Folge wechselnder atmosphärischer Einflüsse. Zahlreiche Literaturangaben sind beigefügt.

N. Weger.

Nekludow, W. N., Nekludowa, E. A. und Boschewolnow, A. I. Der Einfluß unipolar geladener Luft auf das weiße Blutbild bei Meerschweinchen. Virchows Arch. 293, 438—447, (2. Mai) 1934.

Diese Untersuchung gehört zu einer Reihe in Woronesch unternommener Arbeiten, welche den Einfluß meteorologischer, besonders luftelektrischer Faktoren auf Tuberkulose klären sollen. Sie verwendet, nur wenig modifiziert, das von Dessauer und seinen Mitarbeitern (siehe 10 Jahre Forschung, S. 21—175) ausgearbeitete Verfahren der Zerstäubung von MgO mittels Glühelektrode und Einblasen der erzeugten unipolar geladenen Luft in eine Untersuchungskammer. Die Tiere blieben 1 bis 3 Stunden in der Kammer, das Blutbild wurde vor und nach dem Versuch, sowie 3 und 24 Stunden nach Beendigung desselben untersucht. Sowohl negativ als auch positiv geladene Aeroionen erzeugen Leukopenie, die meist nach 3 Stunden in Leukocytose übergeht; nach 24 Stunden ist der Normalzustand wieder erreicht. Dauernde tägliche Einwirkung erzeugt chronische Leukocytose. Es treten auch sonst noch Änderungen im Blutbild auf, so bei dauernder negativer Aeroionisation Monocytosen, deren Ursprung noch zu klären ist. Sie „erscheinen aller Wahrscheinlichkeit nach infolge der Steigerung der funktionalen Tätigkeit des retikulärendothelen Gewebes in neuen Bedingungen ungewohnter Reize".

Bereits Janitzky (10 Jahre Forschung, S. 35—36) hatte gezeigt, daß ein Teil der eingeatmeten Aeroionen in der Lunge zurückgehalten wird. Die Einwirkung der Ionisation auf die Alveolenoberflächen beeinflußt wahrscheinlich die Enden des vegetativen Nervensystems, und es wird vermutet, daß das Lungenkapillarnetz bei verschiedenen Dosierungen sich bedeutend verändert. Die

bei den Versuchen angewandte Dosierung ist ohne Einfluß auf die Schutzeigenschaften des Albumins.

J. Ott, Frankfurt a. M.

Mateo, J. A. Adrio. Veränderungen des Blutdrucks infolge Wechsels des intrapulmonalen Atmosphärendrucks. Archivos de Cardiologia y Hematologia, Madrid, 15, 316—333, 1934.

An 70 Individuen (11 Gesunden, 6 mit vasomotorischer Labilität und 53 mit Arteriosklerose) wurden (mit der Bouitteschen Kapsel) die Blutdruckveränderungen bestimmt, die bei Veränderung des intrapulmonalen Blutdrucks auftreten; der Kopf der Versuchsperson befand sich dabei unter einer hermetisch verschlossenen Glasglocke, die mit dem Benediktschen Apparat für Grundumsatzbestimmung in Verbindung stand. Bei gesunden Individuen geht der Blutdruck bei Erhöhung des intrapulmonalen Drucks herunter, bei Erniedrigung herauf. Bei vasomotorisch labilen besteht eine gewisse Starrheit der Reaktion: Die Luftdruckschwankung bewirkt entweder gar keine Reaktion oder eine im entgegengesetzten Sinne, wie beim Gesunden. Bei nicht oder schlecht kompensierten Arteriosklerotischen oder Zirkulationsschwachen bewirkt Druckvermehrung ganz wie beim Gesunden eine Verminderung des Arteriendrucks, während Druckverminderung entgegen dem normalen Verhalten zu einer Verminderung des Arteriendrucks führt, eine Reaktion, die Verf. als eine Art Claudicatio infolge Versagens des schon überlasteten linken Ventrikels deutet. Durch die Versuche erklärt sich das Übelbefinden der Arteriosklerotiker bei raschem Herabgehen des Atmosphärendrucks. (Nach Kongreß-Zentralblatt der ges. inn. Med.)

H. Israël-Köhler.

Schober, P. Biologische Betrachtungen zur Quellenkunde. Hippokrates 1935, S. 454.

Die Badekuren wirken über die Haut, Trinkkuren über die Schleimhaut. Über das vegetative Nervensystem wird der ganze Organismus ergriffen und damit die besonders reizempfindlichen entzündeten Organe. Die Indikationslisten sind nach konstitutionellen Gesichtspunkten aufzustellen. Amelung.

Kunze, G. Balneologische Aufgaben bei der Erforschung des rhythmischen Ablaufes biologischer Vorgänge. Balneologe 1935, S. 450.

Ausgehend von des Verf. und Riessers Untersuchungen über die Auswirkungen kurzer Wetterperioden (5½ Tage-Perioden) auf biologische Vorgänge wird gezeigt, daß gleiche rhythmische Erscheinungen auftreten in der Folge von Grubenunglücken (Schlagwetter, Kohlensäureausbrüchen und Vulkanausbrüchen). Die Abstände stellen stets das Vielfache von 5½ Tagen dar.

Amelung.

Neergaard, K. v. Über die Stellung der physikalischen Therapie zur Gesamtmedizin und die Aufgaben physikalisch-therapeutischer Forschung. Schweiz. med. Wschr. 1935, S. 805.

Der größte Teil des Aufgabengebiets der physikalischen Therapie besteht in einer unspezifischen Beeinflussung der Abwehrreaktion gegen chronisch-entzündliche und allergische Prozesse mannigfacher Verlaufsart. Das Kernproblem der Forschung ist das Studium der Beeinflussung der Abwehrfunktion. Amelung.

Jenny, E., Öhler, A. und Stauffer. Experimentelle Untersuchungen über biologische Wirkungen der sog. „Erdstrahlen". Schweiz. med. Wschr. 1935, S. 947.

Bei Pflanzenversuchen (Gurken, Tomaten, Sellerie) zeigten die über den durch Wünschelrutengänger festgestellten „Reizstreifen" angebauten Pflanzen geringeres Wachstum usw. Mäuse mieden stets die Zonen der „Reizstreifen", wurden diese aber abgeschirmt, so blieben sie in ihnen. Bei Tieren mit Teerkarzinomen zeigte sich ein schnelleres und bösartigeres Wachstum des Tumors in den „Reizzonen". Amelung.

Meier, T. Stoffwechsel und Nordseeklima. Balneologe 1935, S. 399.

Es wurde der Unterschied der spezifisch dynamischen Wirkung im Zimmer und am Strand geprüft. Die spezifisch dynamische Wirkung ist am Strand herabgesetzt, der Eiweißansatz vermehrt. Amelung.

Happel, P. und Heller, C. Physikalische und biologische Versuche bei emanationshaltigen Bädern. Balneologe 1935, S. 499.

Die Emanationsaufnahme erfolgt vorwiegend durch die Haut, weniger durch Inhalation. Amelung.

Witz, H. E. Beitrag zur physikalischen und physiologischen Klimatologie. Schweiz. med. Wschr. 1933, S. 137.

Witz, H. E. Klima, Vasomotoren und Wärmeregelung. Naturärztl. Rdsch. 1934.

Witz, H. E. Die Entwärmung durch Strahlung, Strömung, Leitung und Verdunstung. Fortschr. d. Med. 1935, Nr. 13—19.

W., der sich selbst als „Vasomotoriker" bezeichnet, bringt in seinen Arbeiten mannigfache, zum Teil sehr interessante Einzelbeobachtungen, Versuche und Studien über den Wärmehaushalt. Leider lassen die Ausführungen des Verf. stellenweise die Kenntnisse gesicherter Tatsachen der Physiologie vermissen. Amelung.

Aratsky, K. A. Die bei Luftbädern vorkommenden Veränderungen der Haut- und Höhlentemperaturen. Balneologe 1935, S. 319.

Luftbäder kühlen den Körper ab, die Haut der Füße und Hände wird mehr als der Rumpf, Brust mehr als Bauch abgekühlt. Die Wirkung auf die Höhlentemperaturen ist eine schwankende. Amelung.

Klinische Medizin

Hawes, J. B. Dust and its Relation to Tuberculosis. Am. Rev. of Tb. 31, 601 ff., 1935.

Es wird festgestellt, daß organischer Staub, der Asthma und Heuschnupfen beeinflußt, ebenso wie nichtsilikatischer anorganischer Staub unter gewöhnlichen Umständen keinen Einfluß auf eine latente Tuberkulose hat. Außergewöhnlich große Mengen können allerdings aktivierend oder reaktivierend auf eine Tuberkulose wirken.

H. Landsberg.

Strong, R. P. The Importance of Ecology in Relation to Disease. Science 82, 307—317, 1935.

Der Einfluß der Umwelt auf die Ausbreitung tropischer Infektionskrankheiten wird besprochen. Bei ein-

zelnen ist meteorologischer und klimatischer Milieueinfluß vorherrschend, der nicht nur die Krankheitsbereitschaft des Menschen bestimmt, sondern auch vor allem auf den Erreger und seine Überträger einwirkt. So z. B. wird die Lungenpest durch ein kalt-trockenes Klima befördert. Die Erreger sind an Kondensationskerne gebunden, und diese bleiben bei kalter Trockenheit sehr lange in der Luft suspendiert. Ein anderes Beispiel klimatischer Vorbedingungen für Krankheitsausbreitung ist das der Tsetsefliege, die Überträgerin der Schlafkrankheit ist. 25 bis 30° C ist die „Behaglichkeitszone" dieser Fliege und Temperaturen über 35° sind bereits ausgesprochen ungünstig, ebenso wie ein hoher Feuchtigkeitsgehalt der Luft. H. Landsberg.

Durham, O. C. Pollenstudies in selected Areas. Journ. Am. Med. Ass. **104**, 1486—1488, 1935.

Der Verf. hat den Gehalt an Heuschnupfen erzeugenden Pollen in der Luft in den Vereinigten Staaten untersucht. Während die östlichen und Mittelstaaten eine beträchtliche Anzahl von Tagen mit derartigem Pollengehalt aufweisen (10 bis 42), sind diese in den an den Pazifik angrenzenden Staaten, an der nordwestlichen Grenze mit Kanada und im Osten bloß im Staate Florida Null. Hieraus ergeben sich praktische Folgerungen für die günstigsten Aufenthaltsorte für Heufieberkranke.

H. Landsberg, State College (Pennsylvania).

Bachmann, W. (Hyg. Inst. Univ. Königsberg). **Hygienische Rundschau.** Dtsch. med. Wschr. 1935, Nr. 29, 31, 32, 34, 35, 36, 37.

Verf. will in diesen sieben Aufsätzen eine zusammenfassende Darstellung des heutigen Standes der Forschungen über die Abhängigkeit des gesunden und kranken Menschen von der natürlichen und der künstlich geschaffenen Umgebung geben. In Nr. 29 stellt er die Selbstversuche, an denen er beteiligt war, zusammen, aus denen bekanntlich hervorgeht, daß es gar nicht oder fast gar nicht gelingt, auf experimentellem Wege eine Erkältung oder eine Erkältungskrankheit hervorzurufen. Gleichwohl schätzt er die Bedeutung der Abkühlung als Krankheitsursache nicht gering ein. Die Ergebnisse der Versuche, an abgekühlten Menschen und Tieren gleichzeitig eine verminderte Abwehrkraft gegen Infektionen festzustellen, seien indessen sehr widersprechend, und auch die Veränderungen des Grundumsatzes durch Abkühlung bieten keine Handhabe zur Erklärung der Erkältungen. Es folgen dann Erörterungen der alten Ruhemann-Erkältungsvorstellungen, die neuerdings in van Loghem wieder einen Vertreter gefunden haben, und der Stickerschen Auffassung. In Nr. 31 wird zunächst eine Reihe von Krankheiten besprochen, bei denen die abkühlenden Umwelteinflüsse eine Rolle spielen, ohne indessen allein maßgeblich zu sein, wie es z. B. bei den chronischen und akuten Rheumatismen, aber auch bei Tuberkulose und Influenza der Fall ist. Sogar die Autoinfektion unter dem Einfluß abkühlender Reize hält Verf. auf Grund mitgeteilter Versuche für eine sichergestellte Tatsache. Er bespricht weiterhin die de Rudderschen Angaben über jahreszeitliche Schwankungen bei nichtinfektiösen und bei infektiösen Erkrankungen, und im Anschluß daran die Besonderheiten des Auftretens der Rachitis und anderer Mangelerkrankungen. Er betont dann, daß die jahreszeitlichen Gipfel von Erkrankungen und Sterbefällen an Tuberkulose, Diphtherie, Scharlach usw. nicht einheitlich und jedenfalls nicht schematisch gedeutet werden dürfen. In Nr. 32 werden zunächst die Sommeranstiege einer Reihe infektiöser und nichtinfektiöser Darmerkrankungen, ferner die der Poliomyelitis und der Haffkrankheit besprochen. Es folgen besondere Betonungen der älteren Monographie von Lode über Wetterdepressionen und Krankheitssymptome und des neueren Buches von de Rudder sowie der Studie von Thomsen mit ihren Beziehungen zwischen Krankheit und atmosphärischen Unstetigkeitsschichten. Zum Schluß dieses Aufsatzes erwähnt Verf. noch die Bergkrankheit, deren Wesen im einzelnen noch nicht geklärt sei, und die vielleicht bestehenden Beziehungen zur Luftelektrizität. Der Aufsatz in Nr. 34 trägt die Überschrift: Abhängigkeit vom Klima, vom geographisch bedingten, vom Binnen- und Seeklima, dem Gebirgs- und Küstenklima usf. In gewissem Sinne ist die Loewysche Klimatophysiologie die Grundlage, z. B. in der Bewertung als Reiz- bzw. Schonungsklima. Es werden die verschiedenen Instrumente zur Messung der Abkühlungsgröße und die Beziehungen der Abkühlungsgröße zur Hauttemperatur kurz besprochen. In Nr. 35 wird zunächst ausführlicher auf die physiologischen Wirkungen des Küsten-, des Hochgebirgs- und des Tropenklimas eingegangen. Es wird dabei auch die psychologische Seite nicht übergangen. Die Erforschung der Haffkrankheit, an der Verf. beteiligt war, hat ihn veranlaßt, sich genauer mit der alten Pettenkoferschen Theorie der Entstehung mancher Infektionskrankheiten zu beschäftigen, und er weist im Zusammenhang mit diesen und anderen „erdgebundenen" Erscheinungen auf neuere Anschauungen über den Zusammenhang von Asthma bronchiale und örtlichen Bodenverhältnissen hin. Der folgende Artikel in Nr. 36 trägt die Überschrift Großstadtklima. Ausgehend von der „klassischen" Arbeit von Flügge über die Großstadtwohnungen erwähnt Verf. alle in Betracht kommenden Gesichtspunkte bis zum Straßen- und Wohnungslärm und deren Bekämpfung auf Grund der heutigen Phon-Messungen. Der Schlußaufsatz in Nr. 37 geht auf die Kleidung und ihren Wert als Schutz gegen das Klima ein. Dabei wird auf die Durchlässigkeit für ultraviolette Strahlen weniger Wert gelegt als auf die Schaffung eines geeigneten künstlichen Klimas, das die Verbindung zwischen Atmosphäre und Haut herzustellen hat. Es ergeben sich dabei auch arbeitsphysiologische Probleme, z. B. für Flieger, für Arbeiter in Bergwerken, ferner Fragen der Kleiderreinigung, der Reform der abendländischen Kleidung, sogar auch des Bettes.

Diese sieben Aufsätze geben eine gut lesbare und recht erschöpfende Übersicht über ein außerordentlich großes und wichtiges Gebiet. M. Neisser.

Andreesen (Bochum). **Über Häufigkeit und Vorkommen posttraumatischer Embolien und Zusammenhänge mit Witterungsverhältnissen.** 87. Tagung der Vereinig. Niederrhein.-Westfäl. Chirurgen.) Offizieller Bericht: Centralbl. Chirurg. 1935, S. 2629.

1930 bis 1935 wurden im Bergmannsheil bei 44 Verletzten 84 posttraumatische Embolien beobachtet, die meisten traten beim Vorübergehen einer Warmfront mit plötzlichem Druckanstieg und Neigung zum Temperatursturz ein. Die Fälle des Jahres 1934 wurden in enger Zusammenarbeit mit dem Wetterdienst Essen bearbeitet;

außer dem erwähnten Zusammenhang mit Luftkörperwechsel wurde noch eine deutliche Gruppenbildung festgestellt (zwei bis drei Fälle in wenigen Stunden). N.

Rappert, E. (Wien, 2. Chirurg. Univ.-Klinik). **Akute Appendicitis und Wetter.** Zentralbl. f. Chirurg. 1935, S. 2836.

Die Untersuchung betrifft etwa 1000 Fälle des Jahres 1933 (aus fünf Wiener Anstalten), die Verf. nach Gruppen gliedert. Mit dem Ausdruck Gruppe bezeichnet er das Vorkommen von mindestens 6 Fällen an einem Tage, während der Gesamttagesdurchschnitt 2.8 Fälle beträgt. Verf. findet, daß sein Material 16 Gruppen mit 210 Fällen an Tagen mit Frontdurchgängen und vier Gruppen mit 30 Fällen an Tagen indifferenten Wetters zeigt; er hält es deshalb für äußerst wahrscheinlich, daß die Frontdurchgänge das Auftreten der Appendicitis bei einem Teil der Fälle beeinflussen. „Es sind also auch bei diesen Erkrankungen ebenso wie bei den postoperativen Komplikationen die Zeiten, in denen sich der Wettercharakter ändert, für die Auslösung des akuten Anfalls besonders geeignet." Elektrische Vorgänge in der Atmosphäre sollen zu einer Umstimmung des vegetativen Nervensystems und damit zu einer Änderung der Reaktionslage und der Abwehrkräfte führen. Eine einfache Abhängigkeit des Vorkommens der Appendicitis von der Jahreszeit lehnt der Verf. ab. M. Neisser.

Stepp, W. Altes und Neues in der Therapie des Diabetes mellitus. Münch. med. Wschr. 1935, S. 1307.

In seinem Vortrag bespricht St. auch die Einwirkungen meteorologischer Vorgänge auf den Diabetes. Die diabetischen Toleranzschwankungen können besonders bei atmosphärischen Vorgängen hohe Grade erreichen, bei sehr starker Hitze oder vor Gewittern. Infolge geringeren Bedarfs an Insulin können schwerste hypoglykämische Zustände eintreten. Amelung.

Psychiatrie und Neurologie

Konoshin, Sakurane und **Taro, Sakurane. Klinische Studien über Herpes zoster und simplex.** Hifu-to-Hitsunyo 1934.

Statistische Untersuchungen über jahreszeitliche Schwankungen dieser Erkrankung, die am häufigsten im Winter, am seltensten im Herbst vorkommt, besonders was den Herpes simplex an Lippen und Gesicht betrifft, während der Herpes progenitalis hauptsächlich im Frühling und im Herbst auftritt. Weitere Abhängigkeiten wurden hinsichtlich des Lebensalters festgestellt und statistisch belegt in dem Sinne, daß die Erkrankung ihr Maximum in den 50er Jahren erreicht. Max Meyer.

Verrienti, Giovanni. I fenomeni meteorologici in rapporto alle malattie mentali ed agli accessi convulsivi epilettici. (Beziehungen meteorologischer Erscheinungen zu Geisteskrankheiten und epileptischen Krampfanfällen.) Rassegna di Studi Psichiatrici, S. 24, 1935.

Nach Beobachtungen an 50 Epileptikern über einen Zeitraum von 7 Monaten, wobei nicht nur die Zahl der täglich befallenen Kranken, sondern auch die Gesamtzahl der täglichen Anfälle berücksichtigt wurde, ließen sich irgendwelche Häufigkeitsbeziehungen zu Schwankungen der relativen Feuchtigkeit, Windrichtung, Niederschlägen und Gewitter, Barometerschwankungen (auch Zeitperioden vor und nachher) nicht feststellen. Im allgemeinen war bei aufsteigendem Mond die Zahl der Anfälligen höher als bei fallendem Mond. Trotz der negativen Resultate, die Verf. mittels seiner einwandfreien, wenn auch nur über 7 Monate sich erstreckenden statistischen Methode erhalten hat, glaubt Verf. in völliger Übereinstimmung mit früheren Arbeiten des Ref., daß eine spezielle Labilität des vegetativen Nervensystems beim *Einzelfall* angenommen werden muß, die zu Häufungen unter bestimmten meteorologischen Faktoren jeweils führen *kann*, ohne daß eine generelle Berechtigung dieser Annahme zu Recht bestehen müßte. Max Meyer.

Dretler. Einfluß atmosphärischer Veränderungen auf epileptische Anfälle. Or.: Allg. Z. Psychiatr. **103**, H. 5 u. 6. Ref.: Dtsch. med. Wschr. 1935, S. 1498.

Übergang von Kaltfront in Warmfront soll Änderung der Anfallshäufigkeit bewirken. Großes Material. N.

Feer, E. Die spezifische vegetative Neuropathie der Kleinkinder. Schweiz. med. Wschr. 1935, S. 977.

Diese seltene Kinderkrankheit zeigt saisonbedingten Verlauf und geographische Verbreitung: Bevorzugung der kalten Jahreszeit, von Dezember bis Mai. Herde oder Inseln der Krankheit sind unter anderem Solingen, Zürich, Basel, Lyon; der deutsche Osten ist frei. Amelung.

Zoologie und Mikrobiologie

Klein, H. Z. On the Biology of the Red Scale (Chrysomphalus aurantii Mask) in the Jordan Valley. [Über die Biologie der roten Schildlaus (Chrysomphalus aurantii Mask) im Jordantal.] Hadar 8, Nr. 4, April 1935.

Die rote Schildlaus tritt an der Küste Palästinas sehr zahlreich auf und findet sich dort auch an den äußeren Zweigen der Bäume. Im oberen Jordantal im Winter ähnlich, im Sommer nur im Innern der Baumkrone. Daß sie in Jericho nicht fortkommt, wird auf eine Abhängigkeit von relativer Feuchtigkeit und Temperatur zurückgeführt. Am letztgenannten Platz sind die mittleren Zahlen für diese Größen 55 % und 23.7° C, jene wesentlich niedriger, diese höher als an den anderen Orten. Wilhelm Schmidt.

Wells, W. F. und **Fair, G. M. Viability of B. Coli Exposed to Ultra-Violet Radiation in Air.** Science 82, 280—281, 1935.

Verff. verspritzten in verdünnter Bouillon suspendierte Colibakterien. Die Flüssigkeit verdampft und die Bakterien bleiben zusammen mit den Kernen für einige Zeit im Aerosol. Es wird festgestellt, wieviel Bakterien nach bestimmten Zeiträumen in einem bestimmten Luftquantum enthalten sind. Im dunkel gehaltenen Raum sind 2 Stunden nach der Zerstäubung noch Bakterien enthalten, während nach einigen Minuten Durchstrahlung mit UV-Licht von einer Hg-Lampe keinerlei Bakterien mehr gefunden werden. Kontrollversuche zeigen, daß tatsächlich die UV-Strahlung und nicht etwa das von der Lampe erzeugte Ozon das wirksame Mittel ist.

H. Landsberg.

Davidson, J. Rainfall-Evaporation Ratio in Relation to Locust and Grasshopper Outbreaks. Nature **136**, 1935.

Verf. berichtet, daß schwarmweises Auftreten von Wanderheuschrecken mit dem Verhältnis von Regenmenge zu Verdunstung zusammenhängt. Nach Beobachtungen in Südaustralien ist festzustellen, daß besonders die Regenmenge während der Zeit der Eientwicklung der Tiere von Einfluß ist, da die am Boden abgelegten Eier sich in feuchtem Boden besser entwickeln.

H. Landsberg.

Berg, L. S. Sommer- und Winterrassen bei Wanderfischen. Bull. Acad. Sci. USSR., **7**, 711—732, Nr. 5. (Russisch mit englischer Zusammenfassung.) Biol. Ber. 1935.

Bei einer größeren Anzahl von Wanderfischen, z. B. bei verschiedenen Lachsen, Stören und Cypriniden, werden Sommer- und Winterrassen unterschieden, die durch den Ort ihrer Überwinterung (Sommerrassen im Meer, Winterrassen in den Flüssen oder ihren Mündungen) und die Laichzeit (bei Winterrassen vor den Sommerrassen) gekennzeichnet sind. Übergänge zwischen den beiden Formen einer Art wurden bisher nicht gefunden.

Kühnelt, Wien.

Clark, N. The effect of temperature and humidity upon the eggs of the bug, Rhodnius prolixus (Heteroptera Reduviidae). Journ. anim. Ecology 4, 82—87. Ref.: Biol. Ber. 1935.

Bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 70 % entwickeln sich die Eier bei Temperaturen bis zu 36°. Oberhalb von 34° können die Larven aber nicht mehr ausschlüpfen. Die untere Temperaturgrenze liegt zwischen 13 und 16°. Das Optimum für die Entwicklung liegt zwischen 70 und 90 % relativer Luftfeuchtigkeit und 17 bis 33°. Kühnelt, Wien.

Gunn, D. L. The temperature and humidity relations of the cockroach. III. A comparison of temperature preference and rates of desiccation and respiration of Periplaneta americana, Blatta orientalis and Blatella germanica. Journ. of exper. Biol. **12**, 185—190.

Die Vorzugstemperatur von Blatta orientalis liegt bei 29°, die von Periplaneta americana und Blatella germanica bei 33°. Bei niedriger Temperatur verliert Blatella germanica bedeutend mehr Wasser durch Verdunstung als die beiden anderen Arten. Oberhalb von 30° nimmt die Wasserabgabe von Periplaneta americana weniger zu als die der beiden anderen Arten. Das Verhältnis zwischen Sauerstoffverbrauch und Wasserabgabe ist in trockener Luft ungefähr 1 : 6. Kühnelt, Wien.

Henze, O. Über die Wirkung strömender Luft auf die Entwicklung von Lepidopteren. Zeitschr. f. angew. Entomol. **21**, 385—405.

Es wird der Einfluß der Windstärke auf den Lebensablauf von Schwammspinner, Nonne und Ringelspinner untersucht. Es ergibt sich dabei, daß unter gleichen Außenbedingungen der Wind den Betriebsstoffwechsel erhöht, dagegen den Baustoffwechsel vermindert.

Kühnelt, Wien.

Jancke, O. Zur Kälteempfindlichkeit der Blutlaus. Nachrichtenbl. d. dtsch. Pflanzenschutzdienstes **15**, 46—47.

Die Blutläuse sterben bei Temperaturen von —25 bis —27° in wenigen Stunden. —14° werden längere Zeit ohne sichtbare Schädigung ertragen. Diese experimentell erhaltenen Daten stimmen mit Freilandbeobachtungen gut überein, wo festgestellt wurde, daß die Blutläuse bis zu —17° am Leben blieben, dagegen bei —32° sämtlich abstarben. Kühnelt, Wien.

Kalabuchow, N. J. Die physiologischen Besonderheiten der Hochland- und Tiefland-Subspecies der Waldmaus (Apodemus silvaticus ciscaucasicus Ogn. und A. s. mosquensis Ogn.). C. R. Acad. Sci. URSS., **2**, 82—86. (Russisch mit englischer Zusammenfassung.) Ref.: Biol. Ber. 1935.

In das Tiefland verpflanzte Waldmäuse des Hochlandes verändern anfangs ihre Blutbeschaffenheit in der Richtung auf die Rasse der Ebene, später stellen sich die charakteristischen Differenzen wieder ein. Es ergibt sich daraus die Frage, ob die Blutzusammensetzung ein erblicher Charakter ist oder durch die Umweltsverhältnisse bestimmt wird. Kühnelt, Wien.

Kalabuchoff, N. I. Die Anabiose der Tiere bei Temperaturen unter 0°. Bulj. moskov, Obŝĉ. Ispyt. Prir. **42**, 243—254. (Russisch mit englischer Zusammenfassung.) Ref.: Biol. Ber. 1935.

Durch Versuche an Fledermäusen wurde festgestellt, daß bei Abkühlung zuerst eine Unterkühlung auf —2.9 bis —7.4° erfolgt, worauf Temperaturanstieg und Eisbildung eintritt. Tiere, bei denen in lebenswichtigen Organen Eisbildung eingetreten war, erholten sich nicht mehr, während solche, bei denen sich erst in den peripheren Geweben Eis gebildet hatte, wieder erwachten. Eine vollständige Anabiose ist also bei Fledermäusen nicht möglich. Kühnelt, Wien.

Botanik, Landwirtschaft und Forstwirtschaft

Gassner, G. und Pieschel, E. Untersuchungen zur Frage der Uredoüberwinterung der Getreideroste in Deutschland. Phytopathol. Zeitschr. **7**, 355—392, 1934.

Mit verschiedenen Puccinia-Arten infizierte Pflanzen wurden sofort oder nach $\pm$ langer Abhärtung im Freien auf verschieden lange Zeit künstlicher Frostwirkung ausgesetzt. Bei der Frostwirkung auf den Pilz handelt es sich nicht ausschließlich um eine unmittelbare Temperaturwirkung auf das Myzel, da die Frosthärte des Pilzes auch von der der Wirtspflanze abhängt. Starke Frostperioden können die Überwinterung des Rostes herabdrücken, auch wenn die Saaten noch keine Frostschäden zeigen. Epidemisches Rostauftreten ist nur im Frühjahr möglich, wenn eine ausreichende Zahl von Überwinterungsherden über die Feldfläche verteilt ist; die Zahl solcher Herde hängt bei gleichen klimatischen Verhältnissen auch von der Anfälligkeit der angebauten Wintergetreidesorten ab. Matouschek, Wien.

Trubrig. Gemüsebau auf Berg und Alm. Landw. Mitt. f. Steiermark **83**, 4—5, 1934, Nr. 45.

Auf schwerem Lehmboden betreibt Verf. mehr als 30 Jahre bei 1380 und 1490 m Gemüsebau. Aussaat nach der Schneeschmelze, also Maimitte. Zuerst werden geerntet Vogerlsalat, Schnittlauch, Gartenkresse, dann folgen Schnitt- und Pflücksalat, Petersilie und Spinat, später Rettich, Rhabarber, Kohlrübe, Zuckererbse,

Karotte, weiße Feld- und rote Salatrüben. Nichtabgebaute Kartoffelsorten geben im September eine fünf- bis zehnfache Ernte. Kaifiol gibt kleine, aber gute Rosen. Bohnen geben selten einen Ertrag, Erbsen werden durch einen fallenden Schnee stark gedrückt. Im allgemeinen gilt: Rasches Wachstum, größere Zartheit und hoher Zuckergehalt bei Rüben und Grünerbsen; Ernte trotz später Aussaat nur um drei bis vier Wochen später als im Tal. Matouschek, Wien.

Fischer, Robert. Das Marillensterben. Illustrierte Flora, Wien, 59, 135—136, 1935.

Auf ungünstige Umweltbedingungen ist das Marillensterben in Mitteleuropa zurückzuführen auf grimmige Winterkälte 1928 bis 1930 und auf unausgeglichene Frühjahrswitterung der Jahre 1932/33. Für beide Fälle gilt: In den äußeren Teilen der Zweige und Äste Saftstauungen und Stoffwechselstörungen, die zu einer Gummibildung besonders in den Leitungsbahnen führen, namentlich wenn auf warme Witterung im zeitigen Vorfrühling Kälterückschläge oder Spätfröste folgten. Die Organe oberhalb der Gummiherde welken allmählich, doch auch plötzlich („Schlagtreffen" der Bäume), was besenders bei raschwüchsigen Bäumen zu bemerken ist.

Matouschek, Wien.

Hopkins, J. W. Influence of weather conditions on the growth and yield of wheat. (Einfluß des Wetters auf Wachstum und Ertrag des Weizens.) Experim. Station Record 72, 298—306, 1935.

In Kanada ermittelte Verf.: Niederschläge über dem Durchschnitt zu Jahresbeginn bringen höhere Erträge bei Weizen. Vom 30. bis 90. Tage, gerechnet von der Saat, vermindert sich die je mm Regen erzielte Steigerung der Ernte kontinuierlich. Die zwischen dem 95. und 110. Tage fallenden Regen sind schädigend. Über dem Durchschnitt liegende Temperatur zur Saatzeit und während des ersten Monates der Wachstumsperiode ergab höhere Ernten. Ungünstig sind höhere Temperaturen zwischen dem 30. und 85. Tage nach der Saat, wobei die größte Schädigung 60 Tage nach der Saat eintreten kann. Nach diesem Zeitpunkt sind höhere Temperaturen aber wieder von Vorteil. Matouschek, Wien.

Rudorf, W. und Stelzner, G. Untersuchungen über lichtperiodische und Temperaturnachwirkung bei Sorten von Salat (Lactuca sativa var. capitata L.) und die Möglichkeit ihrer Ausnutzung im Gemüsebau. Gartenbauwiss. 9, 142—153, 1934.

Die eine Gruppe von Salatsorten erhielt nach dem Auflaufen im Juni 16½ Stunden ungekürztes Tageslicht, die zweite 12 bzw. 24 Tage lang einen künstlichen 12-Stundentag, die dritte einen 8-Stundentag. Hernach kamen die Pflanzen aller Gruppen ins Freiland, wo sie weiter wuchsen. Im allgemeinen gilt: Gibt man bei der Anzucht einen verkürzten Tag, so verlängert man die Erntezeit und erhöht die Quantität und Qualität der Ernte. Letzteres trat auch auf, wenn man zwei Tage hindurch den bei 25° ausgekeimten Salatsamen zehn Tage lang bei Dunkelheit den Temperaturen von + 5° bzw. — 5° ausgesetzt hatte. Die Nachwirkungen des Photoperiodismus und der Temperatur im Gemüsebau müsse noch studiert werden, da sie Erfolg versprechen.

Matouschek, Wien.

Schiller, Josef und Stefan, Friedrich. Zur Ökologie zweier stenothermer Kaltwasser-Dinoflagellaten, Gymnodinium tenuissimum und Peridinium aciculiferum. Österr. bot. Zeitschr. 84, 102—108, 1935.

Die beiden genannten Dinoflagellaten gedeihen innerhalb der Wassertemperaturen von 1 bis 5° und bei sehr geringen Lichtintensitäten am besten. Die während ihrer Vegetationszeit stets nicht unbedeutenden Schwankungen in der Dichte der von ihnen gebildeten Bevölkerungen erscheinen namentlich durch Temperaturschwankungen bewirkt, da bei steigender Temperatur ein Abflauen, bei fallender ein Aufblühen zu bemerken ist. Steigende Lichtstärken und solche Temperaturen wirken entwicklungshemmend. Gegen Mittag wandern beide Formen, z. B. in den Altwässern der Donau bei Wien, gegen den Grund, gegen Abend aber in umgekehrter Richtung (negative Phototaxis). Matouschek, Wien.

Martin, J. T. and Tattersfield, F. The effect of environmental conditions upon Pyrethrum (Chrysanthemum cinerariaefolium). I. and II. [Die Wirkung der Umgebungsbedingungen auf Pyrethrum (Chrysanthemum cinerariaefolium). I. und II.] Ann. appl. Biol. 21, 670—690, 1934.

Der Pyrethringehalt in den einzelnen Jahren ist bei den einzelnen Pflanzen fast konstant, doch ist er genetisch bedingt, weshalb zur Kultur nur die guten Sorten zu wählen sind. Eine verminderte Belichtung der Pflanze führt bei 15 bis 25° (Sommertemperatur) im Freilande zur Bildung kleiner und geringwertiger Blüten. Sehr wichtig ist die von der Wintertemperatur abhängige Länge der Ruhezeit. Wenn man Pflanzen im Winter höheren Temperaturen aussetzt, so bilden sich im Sommer nur vereinzelt Blüten, und umgekehrt. Im ersteren Falle enthielten die Pflanzen nicht mehr Pyrethrin als normale mit vielen Körbchen. Diese Substanz wird also in den Blättern photosynthetisch *nicht* gebildet und je nach der Bildung in die Blätter transportiert.

Matouschek, Wien.

Die Organisation der Kurortklimatologie in Deutschland

Von **F. Linke**, Frankfurt a. M.

In der Übersicht „Bioklimatische Forschungsstätten in Deutschland", welche ich 1934 an dieser Stelle [1]) gegeben habe, waren hauptsächlich Forschungsstätten an Heilbädern oder heilklimatischen Kurorten aufgezählt, die teilweise unter großen finanziellen Schwierigkeiten gegründet und unterhalten wurden. Der bedeutende organisatorische Fortschritt, den im Jahre 1934 die Zusammenfassung der verschiedenen deutschen meteorologischen Organisationen in dem „Reichsamt für

[1]) Bioklimatische Beiblätter 1, 150, 1934.

Wetterdienst" gebracht hat, konnte natürlich nicht an den bioklimatischen Stationen haltmachen. Es ist das Verdienst des Vorstehers der Klimaabteilung des Reichsamtes, Professor Dr. K. Knoch-Berlin, die finanzielle Sicherung der bestehenden Kurortklimastationen durchgesetzt und einen großzügigen Organisationsplan für alle deutschen Kurortbezirke entworfen zu haben. In einer Tagung des Reichsfremdenverkehrsverbandes in Heidelberg im November 1935 berichtete Herr Knoch über das bereits Erreichte und das Angestrebte. Deutschland ist in fünf Klimakreise geteilt: Berlin, Königsberg, Dresden, München und Münster in Westfalen. Diesen Klimakreisen unterstehen „Kurortklimakreisstellen", denen die klimatische Betreuung der verschiedenen Kurortbezirke anvertraut ist. Entweder sind das „Bioklimatische Forschungsstellen" wie Wyk auf Föhr (Nordseebäder), Braunlage (Harz), Bad Elster (Sächs. Gebirge), Friedrichsroda (Thüringer Wald), denen sich bald solche in St. Blasien (südlicher Schwarzwald, und Oberstdorf (Allgäu) anschließen sollen, oder es sind Hochschulinstitute wie Frankfurt a. M. (Taunus) oder sonstige von Fachmeteorologen geleitete Institute. Die Organisation ist noch lange nicht vollständig, weil es an Mitteln, hauptsächlich aber auch an geeigneten Meteorologen fehlt.

Mit der Organisation von meteorologischen Beobachtungen ist natürlich die kurortklimatische Aufgabe nicht erfüllt; es muß vor allem die Zusammenarbeit mit den Ärzten sichergestellt werden. Zu diesem Zwecke hat der Vorsitzende der Deutschen Gesellschaft für Bäder- und Klimakunde, Professor Dr. H. Vogt, jetzt Breslau, seinen Stellvertreter, Professor Dr. A. Baemeister, St. Blasien, mit besonderer Pflege der Klimakurorte beauftragt. Herr A. Baemeister hat in einer Sitzung des wissenschaftlichen Ausschusses der genannten Gesellschaft im Januar ds. Js. in Breslau eine Unterscheidung in 1. „Klimakurorte" (oder „heilklimatische Kurorte"), 2. „Luftkurorte" und 3. „Erholungsorte" (Sommerfrischen, Winterfrischen) vorgeschlagen.

Von „*Klimakurorten*" wird verlangt, daß die „ausgesprochen gesundheitsfördernden Eigenschaften des Klimas wissenschaftlich erforscht und anerkannt sind und sich durch entsprechend praktische Erfahrung bei Kranken und Erholungsbedürftigen bewährt haben". Ferner müssen eine klimatische Station sowie „die zur besonderen Behandlung notwendigen Einrichtungen, wie Kurmöglichkeiten, Heilanstalten, Liegehallen usw." vorhanden sein. Klimakurorte dürfen auch in Werbeschriften Heilanzeigen für bestimmte Krankheitsgruppen, z. B. Kreislaufkrankheiten, Lungenkrankheiten usw., angeben, was den Luftkurorten und Erholungskurorten untersagt ist.

In „Luftkurorten" müssen die wichtigsten Eigenschaften des Klimas festgelegt sein. Besondere Kureinrichtungen werden nicht verlangt. Selbstverständlich müssen die in deutschen Kurorten üblichen strengen Anforderungen an hygienische Einrichtungen gewahrt und die notwendigen Bequemlichkeiten der Kurgäste vorhanden sein. Das ist sogar für „Erholungsorte" Bedingung.

Diese Forderungen ließen sich in den Kurorten nicht durchführen, wenn nicht die Autorität des Reichsfremdenverkehrsverbandes hinter der Deutschen Gesellschaft für Bäder- und Klimakunde stände und in dem in Vorbereitung begriffenen Kurortgesetze die obengenannten Grundsätze vorgesehen wären.

Dem großen Interesse, das der Reichsfremdenverkehrsverband an der Bäder- und Klimakunde nimmt, ist es auch zu danken, daß am 14. Januar d. J. an der Universität Breslau eine ordentliche Professur und eine Reichsanstalt für das deutsche Bäderwesen gegründet wurden, die durch die Person des Herrn Professor Dr. H. Vogt zusammengehalten werden.

Seitens der bioklimatischen Forschung können diese Fortschritte auf dem Gebiete des Kurortwesens nur aufs wärmste begrüßt und insbesondere Herrn Professor Dr. H. Vogt die herzlichsten Glückwünsche auf den Weg gegeben werden.

Mitteilung

Konferenz für medizinisch-meteorologische Statistik in Frankfurt a. M.

Unter der Leitung von Prof. Dr. F. Linke und Prof. Dr. B. de Rudder findet am 30. und 31. März dieses Jahres eine Konferenz für medizinisch-meteorologische Statistik statt, in der an einem Tage über die Grundgedanken der mathematischen Statistik sowie die Besonderheiten einer medizinisch-meteorologischen Statistik berichtet werden soll, während am zweiten Tage über die hauptsächlich vorliegenden Arbeiten auf dem Gebiet der medizinisch-meteorologischen Statistik referiert und hierbei die Methodik sowie die Realität des statistischen Ergebnisses diskutiert werden soll. Alle, welche zur Teilnahme an dieser Konferenz aufgefordert zu werden wünschen, mögen sich an das Universitäts-Institut für Meteorologie und Geophysik in Frankfurt am Main, Feldbergstraße 47, wenden.

Viewegdruck Für den Anzeigenteil verantwortlich: Wilh. Zimmermann, Braunschweig I. v. W. g.
Printed in Germany

